

**„EKG-Übungsbuch mit Fällen aus der Praxis“
bei Hund und Katze**

Fallbasierte Lernüberprüfung
in Kombination mit Lernen aus Lösungsbeispielen

von

Inga Wölfel

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

**„EKG-Übungsbuch mit Fällen aus der Praxis“
bei Hund und Katze**

Fallbasierte Lernüberprüfung
in Kombination mit Lernen aus Lösungsbeispielen

von Inga Wölfel
aus Bad Kreuznach
München 2015

Aus dem Veterinärwissenschaftlichen Department
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität

Lehrstuhl für Anatomie, Histologie und Embryologie

Arbeit angefertigt unter der Leitung von
Univ.-Prof. Dr. Cordula Poulsen Nautrup

**Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München**

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Joachim Braun

Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. Cordula Poulsen Nautrup

Korreferent: Univ.-Prof. Dr. Andrea Meyer-Lindenberg

Tag der Promotion: 31. Januar 2015

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Literaturübersicht	2
2.1	Allgemeines und Definitionen	2
2.1.1	Lernen.....	2
2.1.2	Gedächtnis.....	3
2.1.2.1	Sensorisches Gedächtnis	3
2.1.2.2	Kurzzeitspeicher	4
2.1.2.3	Arbeitsgedächtnis	5
2.1.2.4	Langzeitspeicher.....	6
2.1.3	Die Theorie der kognitiven Belastungen	8
2.1.3.1	Kognition	8
2.1.3.2	Cognitive Load Theorie	8
2.1.3.3	Intrinsische Belastung (intrinsic cognitive load).....	9
2.1.3.4	Extrinsische Belastung (extraneous cognitive load)	10
2.1.3.5	Lernbezogene Belastung (germane cognitive load)	10
2.1.3.6	Effekte der Cognitive Load Theorie.....	10
2.1.4	Verschiedene Lernmodelle	14
2.1.4.1	Selbstgesteuertes Lernen	14
2.1.4.2	Lernen anhand von Lösungsbeispielen.....	15
2.1.4.3	Problembasiertes und fallbasiertes Lernen	17
2.1.4.4	Fallbasiertes Lernen online mit dem CASUS-Lernsystem	19
2.1.5	Lernerfolgskontrollen	21
2.2	Vorhandene Lehrmedien zur Thematik.....	23

2.2.1	Deutsch- und englischsprachige veterinärmedizinische EKG-Monographien	23
2.2.2	Deutschsprachige humanmedizinische EKG-Monographien	26
2.2.3	EKGs in deutsch- und englischsprachigen kardiologischen Monographien in der Veterinärmedizin	29
2.2.4	EKGs in deutsch- und englischsprachigen internistischen Monographien in der Veterinärmedizin	30
2.2.5	EKG in Online-Tutorials	33
2.2.6	Übersicht über die aufgeführten EKG-Lehrmedien	35
3	Material und Methoden	37
3.1	Material	37
3.1.1	Elektrokardiogramme	37
3.1.2	EKG-Aufzeichnungssysteme	39
3.1.2.1	Digitale Aufzeichnungssysteme	39
3.1.2.2	Digital-analoge Aufzeichnungssysteme	42
3.1.2.3	Analoges Aufzeichnungssystem	42
3.1.2.4	Darstellungsvielfalt der verwendeten EKGs	43
3.1.3	Scanner	44
3.1.4	Notebooks / Personal Computer	44
3.1.5	Software	45
3.1.6	Datensicherung	46
3.1.7	Verwendete Vorlagen im „EKG-Übungsbuch mit Fällen aus der Praxis“	46
3.2	Methoden	46
3.2.1	Aufzeichnung der Elektrokardiogramme	46
3.2.2	Selektion der Elektrokardiogramme	48

3.2.3	Verarbeitung der ausgewählten Elektrokardiogramme	48
3.2.3.1	Vektorisieren der digital-analogen und analogen EKGs.....	49
3.2.3.2	Vektorisieren der digitalen EKGs	56
3.2.3.3	Erstellung der einheitlichen Hintergründe	57
3.2.3.4	Variationen der vereinheitlichten Hintergründe	58
3.2.3.5	Beschriftungen in den Auflösungen	59
3.2.4	Evaluation des Übungsbuches	60
4	Ergebnisse.....	64
4.1	EKG-Übungsbuch mit Fällen aus der Praxis.....	64
4.1.1	Inhaltliche Übersicht des Buches.....	65
4.1.2	Aufbau und ausführliche Inhaltsbeschreibung des Kapitels „Die EKG-Kurve und ihre Auswertung“	67
4.1.3	Aufbau und Inhalt des Kapitels „EKG-Fallbesprechungen“	75
4.2	Layout.....	79
4.2.1	Seitenaufbau.....	79
4.2.1.1	Seitenaufbau im Kapitel „Die EKG-Kurve und ihre Auswertung“	79
4.2.1.2	Seitenaufbau im Kapitel „EKG-Fallbesprechungen“	80
4.2.2	Darstellungsvarianten der vereinheitlichten Hintergründe.....	82
4.2.3	Schriftart, -farbe und -größe.....	86
4.2.4	Beschriftung der EKGs und Farbwahl.....	87
4.3	Evaluation des Übungsbuches	88
5	Diskussion	97
5.1	Lernerfolgskontrolle	98
5.2	Wahl des Mediums	100
5.3	EKG-Präsentation	101

5.4	Seitenanordnung	104
5.5	Auflösungsgestaltung.....	105
5.5.1	Lösungsbeispieleffekt	105
5.5.2	Vermeidung des Expertise-Umkehr-Effekts	108
5.5.3	Beschriftung der EKGs und Vermeidung des Split-Attention-Effekts	109
5.6	Vergleich mit den vorhandenen Lehrmaterialien.....	109
5.6.1	Vergleich der verwendeten Elemente und Präsentationsarten	110
5.7	Komplexität der Übungsfälle und die intrinsische Belastung.....	118
5.8	Evaluierung des Übungsbuches	120
5.9	Fazit	122
6	Ausblick	123
7	Zusammenfassung	124
8	Summary	126
9	Anhang	128
9.1	Fragebogen aus der Evaluation zum „allgemeinen und speziellen Teil“ Gruppe 1	128
9.2	Fragebogen aus der Evaluation zum „allgemeinen Teil“ Gruppe 2	131
9.3	Fragebogen aus der Evaluation zum „speziellen Teil“ Gruppe 2	134
10	Literaturverzeichnis.....	138
11	Danksagung.....	149

Abkürzungsverzeichnis

BMP	bitmap ist das Standard-Bildformat der Windows-Plattform
bzw.	beziehungsweise
ca.	Circa
CBL	Case-Based-Learning
CBR	Case-Based-Reasoning
dpi	dots per inch, Punkte pro Zoll
EKG	Elektrokardiogramm
JPEG	ein nach der JPEG-Norm komprimiertes Bild
LMU	Ludwig-Maximilians-Universität
PBL	Problem-Based-Learning
sog.	so genannt(e,er,es)
u. a.	unter anderem
usw.	und so weiter
vgl.	Vergleiche
vhb	Virtuelle Hochschule Bayern
z. B.	zum Beispiel

1 Einleitung

In der kardiologischen Basisdiagnostik ist die Elektrokardiographie nicht weg zu denken; sie bildet vielmehr bis heute weltweit einen unverzichtbaren Bestandteil. Die Elektrokardiographie ist einfach einsetzbar, nicht invasiv, mit geringem materiellen und personellen Aufwand zu realisieren und bietet vielfältige und umfangreiche diagnostische Möglichkeiten (SO, 2013). Insbesondere für die Verifizierung von Rhythmusstörungen ist die Elektrokardiographie die Untersuchungsmethode der Wahl. Daher sind das Anfertigen und insbesondere die schnelle Auswertung, fehlerfreie Interpretation und sichere Beurteilung von Elektrokardiogrammen (EKGs) von immenser Bedeutung.

Zur Festigung und Vertiefung des vorhandenen Wissens zur EKG-Interpretation bilden fallbasierte Trainings und Lernüberprüfungen sinnvolle und praxisnahe Maßnahmen neben dem Erlernen des reinen Faktenwissens. Einige Monographien in der Veterinärmedizin widmen sich bereits mehr oder weniger ausführlich dem Training der EKG-Interpretation (TILLEY, 1989; DAY, 2005; BERNAL, 2011).

Das Ziel dieser Arbeit ist es, eine neue und weiterentwickelte Lernüberprüfungs- und Trainingsmöglichkeit zur EKG-Interpretation anhand von realistischen Patienten-EKGs zu schaffen. Es soll durch ausführlich ausgearbeitete Lösungen zu Aufgaben und Übungsfragen nicht nur vorhandenes Wissen überprüft, sondern auch die Möglichkeit gegeben werden, neue und zusätzliche Kenntnisse zu erwerben. Weiterhin soll das zu erstellende Übungsbuch als Erweiterung zur multimedialen Lern-CD über Echokardiographie von WEIGEL-OSSIANDER (2015) dienen. Selbstüberprüfungen spielen beim Wissenserwerb, gerade beim nicht tutoriell betreuten Studieren, wie in diesem Falle anhand einer Lern-CD, eine essenzielle Rolle (NIEGEMANN, 2008).

Durch das geplante Konzept sollen sowohl Studierende die erst mit der Echokardiographie beginnen, als auch erfahrene Studierende aus höheren Semestern sowie Tierärztinnen und Tierärzte profitieren können.

2 Literaturübersicht

2.1 Allgemeines und Definitionen

2.1.1 Lernen

Dem Wortursprung nach entstammt *lernen* aus der Wortgemeinschaft *leisten* womit „einer Spur nachgehen, nachspüren, schnüffeln“ gemeint ist. *Leisten* kommt von dem gotischen Wort „laists“ für Spur und „laistjan“ für nachfolgen. Weiterhin entlehnt sich *lernen* aus dem Gotischen *lais* „ich weiß“ und dem Indogermanischen *lis* „gehen“ (WASSERZIEHER, 1922; BROCKHAUS, 2014) .

Das Verb *lernen* hat im Allgemeinen verschiedene Bedeutungen: „sich Wissen, Kenntnisse aneignen; sich, seinem Gedächtnis einprägen; Fertigkeiten erwerben; im Laufe der Zeit [durch Erfahrungen, Einsichten] zu einer bestimmten Einstellung, einem bestimmten Verhalten gelangen“ (DUDEN, 2014b).

Lernen ist ein essenzieller Bestandteil des Lebens. Alle Individuen lernen vom Zeitpunkt ihrer Entstehung bis zum Tod kontinuierlich Neues, sei es bewusst oder unbewusst. Lernen beinhaltet so nicht nur das häufig sofort mit dem Begriff *Lernen* assoziierte Lernen im Sinne von rein schulischem Lernen, also Bildung. Dies stellt lediglich einen relativ kleinen Bestandteil des Erfahrungs- und Wissenserwerbs dar (KIESEL und KOCH, 2012). In der vorliegenden Arbeit werden jedoch nur ausgewählte Abschnitte dieses kleinen Teils einfließen, da es sich um die Erstellung einer fallbasierten EKG-Lernüberprüfung im Zusammenspiel mit Lösungsbeispielen handelt und nicht um eine allgemeine Abhandlung über Lernpsychologie und Lerntheorien. Es werden später die derzeit in der Veterinärmedizin vorrangig vertretenen Lernmodelle kurz vorgestellt und auf die zum Konzept der Arbeit gehörigen Lernstrategien näher eingegangen (siehe 2.1.4).

2.1.2 Gedächtnis

Das Gedächtnis definiert sich als ein System mit Prozessen das für das Aufbewahren und Abspeichern von Informationen zuständig ist und diese, ohne die ursprüngliche Quelle direkt verfügbar zu haben, abrufen und anwenden kann (GRUBER, 2011).

Unser Gedächtnis lässt sich nach dem Grundprinzip des Dreispeichermodells oder auch Mehrspeichermodell nach ATKINSON und SHIFFRIN (1968) in verschiedene Speichersektionen gliedern. Es wird hierbei unterschieden in das sensorische Gedächtnis, das Kurzzeit- und das Langzeitgedächtnis. Diese wirken stets wechselseitig aufeinander ein und bilden so ein großes Ganzes (METZIG und SCHUSTER, 2009).

Im sensorischen oder auch Ultrakurzzeitgedächtnis werden Informationen nur für eine äußerst kurze Dauer von Sekundenbruchteilen bis Sekunden untergebracht. Danach werden sie zu einem kleinen Teil ins Kurzzeitgedächtnis weitergeleitet. Dieser Vorgang ist abhängig von der Intensität der vorherigen Wahrnehmung und Aufmerksamkeit für die jeweilige Information (selektive Aufmerksamkeit). Das Kurzzeitgedächtnis, oder heute auch viel mehr der als Arbeitsgedächtnis bezeichnete Teil, sammelt die Daten etwas länger. Hier verweilen sie für Sekunden bis einige Minuten bevor sie gelöscht, durch einen neu eintreffenden Reiz ersetzt oder an das Langzeitgedächtnis weiter gegeben werden. Im Langzeitgedächtnis werden Informationen schließlich dauerhaft gespeichert, können abgerufen und ergänzt werden (GRUBER, 2011).

2.1.2.1 Sensorisches Gedächtnis

Jede Art von im Langzeitgedächtnis abgespeicherter Erinnerung beginnt mit der Wahrnehmung von Reizen und Informationen. Dabei spielen eine Vielzahl an sensorischen Systemen (u. a. visuelles, auditorisches, taktilen System) einzeln oder in Kombination eine Rolle. Alle auf uns eintreffenden Stimuli werden über die Sinnesorgane vollständig von den verschiedenen sensorischen Speichern (z. B. visueller, auditorischer, taktiler Speicher) aufgenommen und kurzzeitig gesichert. Dieses gesamte System nennt sich auch sensorisches Gedächtnis oder Ultrakurzzeitgedächtnis. Seine Speicherkapazität erweist sich als sehr hoch, alle

aufgenommenen Reize werden zeitweilig gespeichert. Jedoch verblassen die Informationen sehr schnell wieder, so dass nur eine äußerst kurzfristige Speicherung erfolgt (GRUBER, 2011). Dabei werden auch nicht alle Daten bewusst registriert, viele bleiben präattentiv (aus lat. prä: vor und attentio: Aufmerksamkeit). Es handelt sich also vielmehr meist um eine unterschwellige Wahrnehmung von Sinnesreizen (METZIG und SCHUSTER, 2009).

2.1.2.2 Kurzzeitspeicher

Allen Informationen die aus dem Ultrakurzzeitgedächtnis nicht verloren gehen, sondern an das Kurzzeitgedächtnis weitergeleitet werden, liegt die „selektive Aufmerksamkeit“ zugrunde. Denn lange nicht alle verfügbaren Umweltreize können aufgrund der begrenzten „Verarbeitungsressourcen unseres Gehirns“ weitergegeben werden. Es wird nach individueller Wertung selektiv entschieden, welchen Informationen Aufmerksamkeit zuteilwird und welche somit eine Chance bekommen, in den Kurzzeitspeicher zu gelangen und weiter verarbeitet zu werden (GRUBER, 2011).

Das Kurzzeitgedächtnis unterscheidet sich vom zuvor beschriebenen, größtenteils präattentiven, sensorischen Gedächtnis durch die Kapazität, die Speicherdauer und die Arbeitsweise. Hier werden die eintreffenden, bewusst wahrgenommenen Informationen ca. zwanzig Sekunden zwischengespeichert (PETERSON und PETERSON, 1959; MURDOCK JR, 1961; MARSH et al., 1997). Die Speichereinträge werden anschließend entweder wieder fallengelassen und durch neue ersetzt oder aber sie werden vor dem raschen Erlöschen durch Repetitionen, man spricht hier vom „erhaltenden Wiederholen“, temporär gefestigt (Rehearsal-Effekt). Letztlich können sie auch in das Langzeitgedächtnis weitergegeben und mit schon gespeichertem Wissen kombiniert werden. Zur Kapazität des Kurzzeitspeichers gilt mehr oder weniger mit kleinen Erweiterungen und Einschränkungen bis heute immer noch die klassische Theorie von MILLER (1956) mit der „magischen Zahl sieben“. Sieben plus/minus 2 als „Chunks“ bezeichnete Informationseinheiten lassen sich vom Kurzzeitgedächtnis erfassen und können wiedergegeben werden. Darüber hinausgehende Datenmengen sind verloren.

2.1.2.3 Arbeitsgedächtnis

Das Kurzzeitgedächtnis wird heute meist mit dem Begriff Arbeitsgedächtnis ersetzt. Hier gibt es im Gegensatz zu der bisher klassischen Theorie des Kurzzeitspeichers als einheitliche Sektion eine Unterteilung des Systems in mehrere Abschnitte. Diese sind jeweils für verschiedene Klassen von Informationen (z. B. Sprache, Sehen) zuständig. Somit können entgegen der früheren Annahme mehrere Arten von Daten gleichzeitig verarbeitet werden. Die bisherigen Annahmen über Kapazität und Speicherdauer, von neuen über den sensorischen Speicher eintreffenden Informationen (VAN MERRIENBOER und SWELLER, 2010), gehen mit den neuen Modell jedoch nicht verloren.

Es gibt derzeit eine kaum überschaubare Anzahl von Veröffentlichungen die sich mit unterschiedlichen Erklärungsansätzen für das Arbeitsgedächtnis befassen. So zum Beispiel auch die bis heute sehr viel zitierte und bewahrte Annahme von ALAN D. BADDELEY und GRAHAM J. HITCH (1974). Sie unterteilen aufgrund von Untersuchungsreihen in die Subsegmente „die phonologische Schleife“ für sprachliche Eindrücke und den „räumlich-visuellen Notizblock“ für optische Eindrücke. Diese können beide gleichzeitig Informationen aufnehmen. Weitere Bestandteile sind die koordinativ wirkende „zentrale Exekutive“ und seit 2003 der von BADDELEY, noch hinzugefügte „episodische Puffer“ zur Erklärung des „chunking“. Unter „chunking“ versteht sich das Zusammensetzen von Informationen zu einer Informationseinheit (GRUBER, 2011).

Ein weiteres Modell zur Erläuterung des Arbeitsgedächtnisses kommt von NELSON COWAN (1999). Hier wird das Arbeitsgedächtnis als aktiver Teil des Langzeitgedächtnisses postuliert, es enthält der Struktur nach keine Trennung zwischen Kurz- und Langzeitgedächtnis. Vielmehr besteht das System aus dem Langzeitgedächtnis inklusive dem aktivierten Element im Langzeitgedächtnis, in dem der Fokus der Aufmerksamkeit liegt und der darauf einwirkender zentraler Steuerinstanz. Das heißt Informationen werden aktiviert, in dem sie in den Fokus der Aufmerksamkeit gelangen und somit im aktiven Teil, also dem Arbeitsgedächtnis, präsent sind und bearbeitet werden. Sie können sowohl aus dem sensorischen Speicher als auch aus dem Langzeitgedächtnis stammen (BERTI, 2010).

Auch ohne genaue strukturelle Einteilung des Arbeitsgedächtnisses in bestimmte Abschnitte lassen sich Kernaussagen über das machen was das Arbeitsgedächtnis ausmacht. BERTI, 2010 schreibt: „...Arbeitsgedächtnis umfasst die Gesamtheit der Prozesse und Strukturen,

- die Informationen unmittelbar für aktuelle Aufgaben oder Ziele zur Verfügung stellen,
- für die Verwaltung und Evaluation der Aufgaben, Ziele und damit verbundener Information oder Strategien sowie
- für die Koordination dieser Prozesse und Strukturen durch weitere Kontrollinstanzen wie Aufmerksamkeit oder exekutive Kontrolle“.

Zusammenfassend beinhaltet das Arbeitsgedächtnis letztlich alle an den aktiven, gerade ablaufenden Denkprozessen beteiligten Strukturen und Funktionen (BERTI, 2010).

2.1.2.4 Langzeitspeicher

Das Langzeitgedächtnis ist der Abschnitt mit der durchaus umfangreichsten Speicherkapazität. Es stellt ein Wissensreservoir dar, in dem es möglich ist, alle Gedächtniseinträge dauerhaft zu lagern, wieder abzurufen und zu erweitern. Die Einträge können aus rein auswendig gelerntem, nicht klar durchdachtem Wissen oder im weitaus besseren Fall aus gut elaborierten Kenntnissen bestehen. Letztere liegen dann im Langzeitgedächtnis als gut strukturierte Schemata, bestehend aus einigen kleineren vernetzten Informationseinheiten („Chunks“), vor. Grundlegend für die Ausbildung von sorgfältig ausgearbeitetem und strukturiertem Wissen ist das Lernen. Hierdurch können neue Schemata geschaffen, bestehende mit weiteren Daten aufgestockt oder umgebaut werden (NIEGEMANN, 2008).

Unterteilen lässt sich der Langzeitspeicher einerseits in ein strukturelles System mit verschiedenen Abschnitten für die unterschiedlichen Arten von eingelagerten Informationen oder aber andererseits nach den verschiedenartig ablaufenden Vorgängen bei der Speicherung. Diese zwei Unterscheidungen schließen sich jedoch nicht gegenseitig aus, vielmehr sind sie beide parallel haltbar und stellen eine

Erklärung für den Aufbau und die Arbeitsweise des Langzeitspeichers dar (GRUBER, 2011).

Bei der systematischen Einteilung lässt sich das deklarative (auch explizite) und das nicht-deklarative (implizite) Gedächtnis unterscheiden. Ersteres bewahrt Inhalte die bewusst reproduziert werden können, somit dem Bewusstsein unterliegen (z. B. ein Gespräch von letzter Woche). Es lässt sich hier noch eine zusätzliche Speichereinteilungen nach Art der Informationen machen, in das episodische Gedächtnis für autobiographische Erlebnisse und das semantische Gedächtnis für Allgemeinwissen. Das nicht-deklarative Gedächtnis hingegen speichert alle automatisch, unbewusst abrufbaren Inhalte (z. B. Laufen; Autofahren; das richtige Anwenden von Verben; Erkennen eines runden Gegenstand als Kugel/Ball) (GRUBER, 2011; STANGL, 2014a).

Die Langzeitgedächtnisunterteilung nach den ablaufenden Prozessen bringt folgende Gliederung mit sich: Erstens der Vorgang der Enkodierung, zweitens die Retention und Konsolidierung und drittens den Abruf von Informationen. Hierbei spielt wieder die bereits vorgestellte Theorie eine Rolle, dass das Arbeitsgedächtnis der aktive Teil des Langzeitgedächtnisses ist.

Unter Enkodierung wird das Ablegen von Wissen im Gedächtnis verstanden. Dies ist der erste Schritt zur Bildung eines langzeitigen Gedächtniseintrages und beginnt mit dem Eintreffen der Reize im Arbeitsgedächtnis und anschließender Transformation in eine Gedächtnisspur für das Langzeitgedächtnis.

Retention und Konsolidierung besagt, dass die übermittelte Gedächtnisspur im Langzeitgedächtnis aufrechterhalten und neuronal gefestigt wird. Meist in Ruhephasen oder im Schlaf vollziehen sich diese Festigungsprozesse indem neue Verbindungen von Synapsen entstehen oder die Gewichtung der bereits bestehenden Verbindungen geändert werden. Neurone werden hierbei in einer bestimmten Abfolge aktiviert und langfristig untereinander verbunden, sie entsprechen somit dann der zuvor enkodierten Information in Form eines Gedächtnisinhaltes (GRUBER, 2011; STANGL, 2014b).

Der Abruf ist die Phase in der Wissen erneut verwendbar gemacht wird. Ein Prozess, in dem Informationen, die vormals enkodiert wurden, aus dem Langzeitgedächtnis

wieder erinnert und genutzt werden. Hierbei zeigt die für die Wiederbearbeitung zuständige Instanz, das Arbeitsgedächtnis, keine Beschränkung in ihrer Kapazität, da es sich nicht um neue Informationen aus dem sensorischen Speichersystem handelt, sondern um bereits abgespeicherte Schemata (VAN MERRIENBOER und SWELLER, 2010).

2.1.3 Die Theorie der kognitiven Belastungen

2.1.3.1 Kognition

Das Wort *Kognition* stammt vom lateinischen *cognoscere* ab und steht für: „kennen lernen“, „erkennen“, „wahrnehmen“, „bemerken“, „vernehmen“, „erfahren“, „prüfen“, „untersuchen“, „wiedererkennen“, „auskundschaften“, „lesen“, „studieren“ (PONS, 2014). Somit umschreibt Kognition einen sehr weitgefassten Bereich, der vor allem mit Wahrnehmen, Denken, Lernen, Erinnern und Bewusstmachen zu tun hat.

Das Adjektiv *kognitiv* bedeutet „das Wahrnehmen, das Denken, das Erkennen betreffend“ (DUDEN, 2014a).

Die im Folgenden beschriebene Cognitive Load Theorie versteht sich demnach als Theorie über die Belastungen, welche sich aus dem Wahrnehmen, dem Überdenken, dem Erkennen und dem Lernen eines Sachverhaltes ergeben.

2.1.3.2 Cognitive Load Theorie

Wie bereits dargestellt ist die Kapazität, also die „das Denken betreffende“ (kognitive) Belastbarkeit, unseres Arbeitsgedächtnisses begrenzt, vornehmlich was neu eintreffende Informationen von außen betrifft. Weiterhin wurde angeführt, dass elaboriertes Wissen in sogenannten Schemata abgespeichert wird. Es werden beim Lernen ständig neue Schemata aufgebaut und abgespeichert, bestehende erweitert oder umstrukturiert. Auf diesen Annahmen baut die Cognitive Load Theorie auf (SWELLER et al., 1998; NIEGEMANN, 2008).

Die Cognitive Load Theorie befasst sich mit den verschiedenen Arten der kognitiven Belastungen, die beim Wissenserwerb eine Rolle spielen und weiterhin mit Effekten

und Möglichkeiten, die die Lernkapazität beeinflussen. Bereits MILLER (1956) hat mit seiner Untersuchung zur Kapazität des Arbeitsgedächtnisses die kognitive Belastbarkeit aufgezeigt. Ende der 1980er Jahre untersucht und beschreibt JOHN SWELLER (1988) in einer Studie die kognitive Belastung während der Bearbeitung von Problemlösungen. Seitdem hat sich die Theorie durchaus erweitert, vornehmlich durch Sweller und seine Arbeitsgruppe (SWELLER et al., 1998; MERRIËNBOER und SWELLER, 2005). Es lassen sich jedoch bis heute die drei ursprünglich definierten Arten von kognitiver Belastung im Arbeitsgedächtnis unterscheiden. Sie wirken additiv und nehmen somit alle Einfluss auf die Effektivität des Lernens. Dies sind die intrinsische Belastung (hängt vom zu lernenden Material ab), die extrinsischen Belastung (geht auf die Art der Präsentation des Lerninhaltes zurück) und die relevante oder lernbezogene Belastung (entsteht durch das eigentliche Lernen) (z. B. PAAS et al., 2003; VAN MERRIENBOER und SWELLER, 2010; LEPPINK et al., 2013).

2.1.3.3 Intrinsische Belastung (intrinsic cognitive load)

Die intrinsische kognitive Belastung resultiert aus der Komplexität eines Lernmaterials, welche dem jeweiligen Material eigen und unveränderlich ist.

Die Komplexität wiederum ergibt sich aus den einzelnen Elementen eines Lerninhaltes. Sind diese einzelnen Komponenten klein und dadurch gut isoliert zu erfassen (geringe „element interactivity“) ergibt sich eine geringe Komplexität und auch eine geringe intrinsische Belastung. Umgekehrt kann bei einer hohen Komplexität nur das Gesamte, bestehend aus vielen, stark verknüpften Elementen (große „element interactivity“), zeitgleich im Arbeitsgedächtnis verarbeitet werden und bewirkt somit eine hohe intrinsische Belastung.

Die intrinsische kognitive Beanspruchung ist bei Vorlage desselben Materials nicht für jeden Lernenden gleich hoch, vielmehr hängt sie auch von seinem Expertisegrad für das gerade zu erlernende Wissen ab, da eventuell auf bereits abgespeicherte Schemata zurück gegriffen werden kann (SWELLER, 2010; 2011).

2.1.3.4 Extrinsische Belastung (extraneous cognitive load)

Die extrinsische kognitive Belastung ist abhängig von der Art und Weise, wie ein Lerninhalt präsentiert wird. Sie kann somit verändert und durch gezielte Gestaltung der Lernumgebung verbessert werden. Sie wird ebenso wie die intrinsische kognitive Belastung von der Interaktivität der in ihr enthaltenen Elemente beeinflusst. Zu viele und vor allem überflüssige, wenig zielführende Elemente in der Präsentation des zu lernenden Materials führen zu einer hohen extrinsischen Belastung, da auch hier wieder viele Elemente gleichzeitig im Arbeitsgedächtnis verarbeitet werden müssen (hohe „element interactivity“). Einige später noch vorzustellende Modelle zur Gestaltung der Lernumgebung können sich positiv auf die extrinsische kognitive Belastung auswirken und genutzt werden (SWELLER, 2010; 2011).

2.1.3.5 Lernbezogene Belastung (germane cognitive load)

Die lernbezogene Belastung ist die Belastung, die beim eigentlichen Vorgang des Lernens hervorgerufen wird, bis der Lerninhalt verstanden und in Form von Schemata abgespeichert werden kann. Für die lernbezogene Belastung sollte stets möglichst viel Arbeitsspeicherkapazität frei sein um einen optimalen Lernerfolg zu gewährleisten. Da alle drei Belastungsarten additiv wirken, verbleiben, je nach Größe der anderen beiden Belastungsarten, mehr oder weniger Ressourcen für das eigentliche Lernen übrig (SWELLER, 2010).

2.1.3.6 Effekte der Cognitive Load Theorie

Im Laufe der Zeit wurden zahlreiche Effekte, die auf der Cognitive Load Theorie basieren, intensiv erforscht und bilden seit dem die Grundlage für die sich daraus entwickelnden, multiplen Lernumgebungsgestaltungsstrategien. Sie werden durch unzählige Studien in Verbindung mit unterschiedlichen Materialien, Probanden und Aufgabenstellungen bestätigt (z.B. SWELLER et al., 1998). Essenziell für die Erstellung einer optimalen Lernumgebung sind Effekte, die die intrinsische und extrinsische Belastung verringern und die lernbezogene Belastung erhöhen. Einige, für die vorliegende Arbeit relevante und genutzte Effekte werden folgend kurz erläutert.

Es werden sechs didaktische Möglichkeiten zur Reduktion der extrinsischen Belastung angegeben (z. B. SWELLER et al., 1998; VAN MERRIENBOER und SWELLER, 2010):

„Worked example effect/principle“

Hierbei handelt es sich um eine Lernmaterialgestaltung nach dem „worked-example“-Prinzip. Es werden anstelle von herkömmlichen, eigenständig zu lösenden Problemlösungsaufgaben fertig ausgearbeitete Lösungsbeispiele, die den Lösungsweg zu einer Aufgabe präsentieren, vorgelegt. Der Schemaerwerb erfolgt durch studieren von Lösungsbeispielen. Das eigenständige Suchen nach einem Lösungsweg entfällt und verursacht so keine extrinsische kognitive Belastung (z. B. SWELLER et al., 1998; VAN MERRIENBOER und SWELLER, 2010).

„Split attention effect/principle“

Die einzelnen Bestandteile eines Lerninhaltes, die zusammengehörig sind, sollen stets räumlich und zeitlich so nahe wie möglich zusammen präsentiert werden. Zum Beispiel Text im Bild platzieren und nicht in einer zusätzlichen Tabelle außerhalb der graphischen Darstellung (z. B. SWELLER et al., 1998; VAN MERRIENBOER und SWELLER, 2010).

„Redundancy effect/principle“

Selbsterklärende Informationsquellen sollen für sich alleinstehen und nicht durch zusätzliche, gleichgeartete (z. B. visuell-visuell) und somit überflüssige Präsentationsformen dargestellt werden. (z. B. Diagramm mit Pfeilen für einen Blutfluss bedarf keiner zusätzlichen Erklärung.) Was jedoch als redundant angesehen wird, ist dabei allerdings von der jeweiligen Expertise des Lernenden abhängig (z. B. SWELLER et al., 1998; VAN MERRIENBOER und SWELLER, 2010).

„Modality effect/principle“

Dieses Prinzip beschreibt die gleichzeitige Darstellung einer Information in unterschiedlichen Präsentationsformen, also sowohl in visueller als auch gleichzeitig in auditorischer Form. Hierbei werden die beiden gleichzeitig arbeitenden Subsegmente des Arbeitsgedächtnisses, der „räumlich-visuelle Notizblock“ und „die

phonologische Schleife“, angesprochen (z. B. SWELLER et al., 1998; VAN MERRIENBOER und SWELLER, 2010).

„Completion effect/principle“

Bei dieser Arbeitsweise werden keine kompletten Lösungswege vorgegeben, sondern für die Lernenden Abschnitte zur selbständigen Vervollständigung offen gelassen. Dies erscheint als Lernprinzip im Anschluss an Lösungsbeispielaufgaben sinnvoll (z. B. SWELLER et al., 1998; VAN MERRIENBOER und SWELLER, 2010).

„Goal-free effect/principle“

Das Arbeiten mit der „goal-free“-Funktionsweise bei einem Lerninhalt baut darauf auf, dass zielfreie oder zielunspezifische Aufgaben gestellt werden. Der Lernende soll z. B. so viele Erkrankungen (Differentialdiagnosen) wie möglich zu den beobachteten Symptomen zusammentragen und nicht exakt sagen welche einzelne Erkrankung durch diese Symptome angezeigt wird (z. B. SWELLER et al., 1998; VAN MERRIENBOER und SWELLER, 2010).

Folgende Möglichkeit gibt es, die lernbezogene Belastung zu erhöhen:

„Variability effect/principle“

Es wird angenommen, dass sich die lernbezogene Belastung erhöhen lässt, obwohl durch Variation der Lernaufgaben auch die intrinsische Belastung gesteigert wird. Bei der Gestaltung der Lernumgebung sollen dabei eine Reihe von Aufgaben gegeben werden, die sich voneinander unterscheiden. Und zwar in allen oder möglichst vielen realistischen Variationsmöglichkeiten. So kann zum Beispiel ein bestimmtes Krankheitssymptom in verschiedene Aufgaben einfließen und dabei das Geschlecht, das Alter, die Krankheitsgeschichte usw. des Patienten unterschiedlich sein. Das Variieren der Aufgabensituation ermöglicht dem Lernenden kognitive Schemata zu konstruieren. Es erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass ähnliche Merkmale identifiziert und in anderen Problemsituationen wiedererkannt werden können (VAN MERRIENBOER und SWELLER, 2010).

Weitere Effekte die mit der Veränderung/Zunahme des Expertisegrades des Lernenden zusammenhängen:

„Expertise reversal effect“

Die bisher betrachteten verschiedenen Effekte und Gestaltungstechniken tragen alle zur Verbesserung der Lernumgebung und dadurch zur Optimierung der Arbeitsgedächtniskapazität bei. Dies bewirkt eine Verschiebung zu Gunsten der lernbezogenen Belastung und erleichtern so die Schemakonstruktion und Automatisierung. Jedoch hat sich nach KALYUGA ET AL. (2003) gezeigt, dass die jeweiligen Methoden nicht immer und ohne weiteres gültig bleiben müssen. Die Effizienz einer bestimmten Präsentationstechnik unterliegt auch dem Expertisegrad des Lernenden. Eine Methode, die bei Lernenden mit geringem Vorwissen sehr hilfreich sein kann (z. B. Lösungsbeispiele „worked examples“), wirkt bei Experten eher störend, d. h. lernbehindernd weil redundant (SWELLER, 2011). So sollte bei der Erstellung eines Lernmaterials immer auf die bestmögliche Abstimmung zwischen Anleitungstechnik und Wissensstand der Zielgruppe geachtet werden (SCHNOTZ, 2009).

„fading guidance“ oder „completion strategy“

Da sich mit steigendem Verständnis des Lernenden zum Thema auch die Anforderungen an die Lernumgebung ändern, lässt sich mit der „fading guidance“-Strategie das Anlernen ebenfalls langsam anpassen. Zu Beginn dürfen gut ausgearbeitete Beispiele oder Anweisungen studiert werden („worked examples“). Im weiteren Verlauf des Lernens werden dann abgeschwächte, nur noch lückenhafte, selbständig zu ergänzende Lerninhalte präsentiert („completion principle“). Gegen Ende, mit Erreichen einer höheren Sachkenntnis kann ganz auf eine Anleitung verzichtet und frei an Problemlösungen gearbeitet werden. Bei einem derartigen Stufenplan wird z. B. zunächst ein Therapieplan vorgelegt und studiert. Im nächsten Schritt wird ein unvollständiger Plan, mit der Aufgabe ihn zu ergänzen, präsentiert. Am Ende kann dann selbst ein Therapieplan erstellt werden (VAN MERRIENBOER und SWELLER, 2010).

2.1.4 Verschiedene Lernmodelle

2.1.4.1 Selbstgesteuertes Lernen

Das Lernen und Studieren in der Aus-, Fort- und Weiterbildung ist traditionell durch einen hohen Selbststudiumsanteil geprägt. Nicht selten werden 80 Prozent und mehr der Lernleistung durch das Selbststudium erbracht. Dem selbstgesteuerten Lernen (SGL) kommt somit große Bedeutung am Studienerfolg zu (NÜCKLES, 2011). Vorwiegend erfolgt es klassischerweise anhand von Monographien, Skripten, multimedialen Lernangeboten, Kursen, Vorlesungen sowie Mitschriften und bildet den essenziellen Beitrag zu einem erfolgreichen Studium.

Neben dem Begriff des „selbstgesteuerten Lernens“ kommen eine Vielzahl an ähnlichen oder synonymverwendeten Benennungen vor, wie z. B. „selbstständiges Lernen“, „selbstorganisiertes Lernen“, „selbstreguliertes Lernen“, „selbstbestimmtes Lernen“, „autonomes Lernen“ oder „eigenständiges Lernen“. Im angelsächsischen Sprachgebrauch finden sich vornehmlich die Bezeichnungen „self-regulated-learning“ und „self-directed-learning“ (EULER und LANG, 2006). So variabel wie die Wortwahl, so uneinheitlich sind auch die Begriffsdefinitionen. Es findet sich eine große Bandbreite an Definitionen, die in ihren Kernaussagen jedoch weitgehend übereinstimmen. Nach WEINERT (1982a), der einige Definitionen anführt, wird Lernen als selbstgesteuert bezeichnet, wenn:

- es nicht oder kaum durch andere Personen beeinflusst wird, also nicht fremdbestimmt ist
- die Motivation zur Beschäftigung vom Lernenden selbst kommt (intrinsische Motivation) und weitgehend unabhängig von externen Verstärkern ist
- es sich um geplantes, bewusstes und absichtliches Lernen auf selbst gewählte Ziele hin handelt
- es als Resultat einer aktiven Beschäftigung mit dem Lernstoff angesehen werden kann
- dem Lernenden die Möglichkeit bleibt, die Lernziele, Lernstrategien, Lernzeiten und Lernkontrollen selbst zu steuern

oder

- es dem Lernenden freisteht zu entscheiden, wann und was er lernt

(WEINERT, 1982a)

Das selbstgesteuerte Lernen wird im Kern übereinstimmend als Prozess gesehen, bei dem der Lernende aktiv und selbständig seinen Wissenserwerb gestaltet, eigene Zielsetzungen ausarbeitet und hierfür adäquate Lernstrategien ersinnt und einsetzt (EULER und LANG, 2006). Der Begriff umfasst somit ein Studieren, bei dem der Lernende zielgerichtet und erfolgreich Einfluss nehmen kann, „ob, was, wann, wie und woraufhin er lernt“ (WEINERT, 1982a WEINERT, 1982b). Angesichts der Definitionen lässt selbstgesteuertes Lernen dem Lernenden alle erdenklichen Freiheiten. Ist jedoch Lerninhalt und Ziel vorgegeben und der Lernende kann/muss lediglich die Lernstrategien selbst organisieren, so spricht man eher von „selbstorganisiertem Lernen“ (BANNACH, 2002). Es zeigt sich also, dass die häufig als Synonym verwendeten Begriffe nicht unbedingt die exakt gleiche Bedeutung haben, da es sich bei „selbstgesteuertem Lernen“ weder um eine präzise definierte wissenschaftliche Bezeichnung noch um einen allgemeingültigen Alltagsbegriff handelt (WEINERT, 1982a).

2.1.4.2 Lernen anhand von Lösungsbeispielen

Eine viel genutzte und intensiv untersuchte Methode ist das Lernen mit Lösungsbeispielen, den sog. „worked examples“. Sie basiert auf dem bereits beschriebenen „worked example effect“. Diese Methode eignet sich vor allem zur Wissensvermittlung bei Lernenden, die sich neu mit einem Thema befassen. Dem Lernenden wird eine Aufgabe gestellt und anschließend der ausgearbeitete Lösungsweg mit Lösung genau zum Nachvollziehen präsentiert. Diese Art der Lernumgebungsgestaltung wird bei Novizen als sehr gut und in Konkurrenz zu Problemlösungsaufgaben als überlegen dargestellt. Die große Effektivität dieser Methode im Vergleich zum klassischen problembasierten Lernen liegt in der Cognitive Load Theorie (s. 2.1.3.2) begründet. Bei dem „worked-example“-Prinzip bekommt der Lernende den ausgearbeiteten Lösungsweg aufgezeigt und soll diesen nachvollziehen. Die Arbeitsspeicherkapazität ist bekanntlich begrenzt. Beim

Studieren des Lösungsweges werden, durch Einsparung der Ressourcen, die sonst zur Problemlösung benötigt werden, mehr Ressourcen für das eigentliche Lernen also die Elaboration und die Schemakonstruktion frei. Die extrinsische Belastung (extraneous cognitiv load) wird verringert und die lernbezogene Belastung (germane cognitiv load) verbessert. Durch Aufzeigen eines allgemeingültigen Lösungswegs werden weniger interaktive Elemente, weniger extrinsische Belastung benötigt und mehr Ressourcen für den Schemaerwerb und Transfer auf gleiche Aufgaben ermöglicht (z. B. SWELLER, 1988; SWELLER et al., 1998; RENKL et al., 2003; KOPP et al., 2007).

Seit einigen Jahrzehnten ist Lernen mit Lösungsbeispielen, in gut strukturierten Fächern mit klaren, schematischen Wegen zur Lösung, wie in der Mathematik (CARROLL, 1994; REED et al., 2013) oder Physik (WARD und SWELLER, 1990; VAN GOG et al., 2006), hinreichend belegt und etabliert. In den letzten Jahren findet sich jedoch das Lernen durch Studieren von Lösungsbeispielen vermehrt auch in anderen Domänen wie z. B. Medizin (KOPP et al., 2008; KOPP et al., 2009; STARK et al., 2011), Psychotherapie (BOEKHOUT et al., 2010), Kunst (ROURKE und SWELLER, 2009) und der kaufmännischen Ausbildung (STARK et al., 1998). So zahlreich die Untersuchungen sind, so unterschiedlich sind auch die Gestaltungstechniken, die beim Lernen mit Lösungsbeispielen zum Einsatz kommen. Die Lernumgebungen variieren von klassischen Lösungsbeispielen, über Lösungsbeispiele mit unvollständigem Lösungsweg, die auf dem „completion effect“ beruhen (RENKL et al., 2004), Lösungsbeispiele die bewusst eingearbeitete, zu erkennende Fehler enthalten (GROBE und RENKL, 2007) oder Lösungsbeispielpräsentationen mit anschließenden Übungsaufgaben (VAN GOG et al., 2011). Diese verschiedenartigen Gestaltungsmöglichkeiten beim Lernen mit Lösungsbeispielen werden zur Erhöhung der Wirksamkeit genutzt. Es werden effektivere Lernprozesse beobachtet, wenn die Phase, in der das Lösungsbeispiel studiert wird, durch z. B. obengenannte Erweiterungen vertieft und verlängert wird. Der Lernende soll hierdurch nicht nur passiv und oberflächlich Lösungswege aufnehmen, sondern mit diesen erweiterten Maßnahmen gefordert werden, den Lösungsweg aktiv nachzuvollziehen (z.B. KOPP et al., 2007; RENKL et al., 2003).

Eine Studie zur Anwendung von Lösungsbeispielen in der Medizin von VAN BERGE ET AL. (2011) zeigt, dass sich „worked examples“ auch auf das Erlernen der EKG-Auswertung anwenden lassen. Im Retentionstest zeigte die Gruppe, die zuvor mit Lösungsbeispielen EKG-Veränderungen studiert hatte, deutlich bessere Ergebnissen als die Vergleichsgruppe, die mit eigenständigem Erarbeiten („problem-solving“) und anschließendem Feedback und Erklärungen arbeitete (VAN DEN BERGE et al., 2011).

2.1.4.3 Problembasiertes und fallbasiertes Lernen

Lehren und Lernen durch Lehrbücher und/oder Vorlesungen sind seit jeher weitverbreitete Formen der Wissensvermittlung bzw. des Expertiseerwerbs in der Aus-, Fort- und Weiterbildung. Das eigenständige Lösen von Problemen, sowie die daraus resultierende Aufarbeitung praxisnaher Fallkonstruktionen, finden seit mehr als hundert Jahren immer wieder Aufmerksamkeit. Zum Beispiel führt der Pathologe *Smith* an der University of Edinburgh 1912 „case method of teaching pathology“ (STURDY, 2007) ein. Fünfzig Jahre später greift *Shoemaker* 1960 in der Ausbildung von Radiomechanikern „functional context method“ (SHOEMAKER, 1960) auf. Von da an spielt dieses Prinzip der Wissensaneignung in verschiedenen gestalteten Varianten und in zunehmendem Maße (siehe z. B. KASKE et al., 2005; ZUMBACH, 2008; THISTLETHWAITE et al., 2012) eine essenzielle Rolle in den Verbesserungsmöglichkeiten der Aus-, Fort- und Weiterbildung.

Das klassisch problembasierte oder problemorientierte Lernen in der Medizin beginnt Ende 1960 mit der Einführung an der kanadischen McMaster-University, erstmals unter der Bezeichnung Problem-Based-Learning (PBL). Der zentrale Bestandteil der Ausbildung durch PBL ist das tutoriell betreute Lernen in kleinen Gruppen. Gemeinsam erarbeiten die Lernenden ein Thema im Zusammenhang an einem realen Problem. Dies geschieht in mehreren tutoriell geführten Diskussionsrunden, um den vorhandenen Wissensstand zur Problemlösung zu erheben und die Wissensdefizite als Lernziel festzulegen. Es setzt sich in mehreren Abschnitten des individuellen Studiums (ZUMBACH, 2003; BATE et al., 2014) fort. Nach BARROWS (1985; 1986) gehört zu PBL als Grundbestandteil stets eine realistische

Problemstellung, Diskurs in Kleingruppen, Unterstützung durch einen Tutor und Zeit für individuelles, selbstgesteuertes Recherchieren und Lernen. Ziele dieses Lernkonzeptes in der Medizin liegen dabei nach BARROW (1986) auf Erwerb von „effektiven klinischen Problemlösekompetenzen“, „Erwerb von Kompetenzen im Bereich des selbstgesteuerten Lernens“, „Steigerung der Motivation des Lernenden“ und „Strukturierung des Wissens für den Gebrauch in einem klinischen Kontext“ (ZUMBACH, 2003). Neben der reinen Aneignung von Wissen fördert PBL durch die Gruppenarbeit noch weitere erstrebenswerte Eigenschaften und Fähigkeiten u. a. Kommunikationsfähigkeit, Teamarbeit, Zuhören, Informationen weitergeben und Präsentationstechniken entwickeln (WOOD, 2003).

Fallbasiertes Lernen (Case-Based-Learning CBL) lässt sich als Variante des PBL ansehen (NIEGEMANN, 2008). Hier steht das Lernen anhand von komplexen und authentischen Fällen oder Fallbeispielen im Vordergrund. Es werden durch intensives Elaborieren der praxisnahen Fälle stets neue Szenarien gespeichert und/oder bereits bestehende Fallerinnerungen neu umorganisiert (ZUMBACH et al., 2008). In der Medizin basieren solche Fälle meist auf authentischen Patientendaten (THISTLETHWAITE et al., 2012). Wichtiger weiterführender Teil ist das sog. fallbasierte Schließen (CASE-Based-Reasoning CBR). CBR bezieht sich auf die Anwendung des zuvor abgespeicherten Fallwissens. Hier werden erlernte und abgespeicherte, ähnlich geartete Fälle erinnert, mit dem neuen Fallproblem verglichen und die frühere Lösung auf das neue Problem angepasst. So lassen sich von alten Fällen Rückschlüsse ziehen wie ein neuer, ähnlich gelagerter Fall am besten zu bewältigen ist (ZUMBACH et al., 2008).

Obwohl einige Studien, so auch eine aktuelle nach NAIR ET AL. (2013), bessere Leistungen nach Anwendung der CBL-Methode im Vergleich zu konventionellen didaktischen Vorträgen evaluieren, zeigen zahlreiche andere Analysen, dass problembasierte Curricula im Vergleich zur traditionellen vorlesungsbasierten Lehre nicht bewiesenermaßen Vorteile bieten (siehe ZUMBACH, 2003; THISTLETHWAITE et al., 2012). Bei der Hintergrundwissensvermittlung stehen Vorlesungen und Lehrbücher etwas besser da, jedoch zeigt sich ein deutlich positiver Effekt des PBL, z. B. beim Erwerb von anwendungsrelevantem klinischen Wissen, bei Ausbildung

von Problemlösungskompetenzen und dient zudem der Motivationssteigerung der Lernenden (BÖRCHERS et al., 2010; ZUMBACH, 2003).

2.1.4.4 Fallbasiertes Lernen online mit dem CASUS-Lernsystem

Als Folge der weiten Verbreitung und der immensen Nutzung von Computer und Internet im digitalen Zeitalter, haben die damit verbundenen Techniken seit einigen Jahren auch in der Aus-, Fort- und Weiterbildung Einzug gehalten. Durch die Entwicklung des Lern- und Autorensystems CASUS® 1994 sind innovative, fallorientierte, multimediale Lernmöglichkeiten entstanden. CASUS® ist eine E-Learning-Plattform mit deren Hilfe authentische Beispielfälle online durchgearbeitet werden können. Zunächst für die Humanmedizin, bereits 1994 an der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München von einer Arbeitsgruppe um Prof. Dr. med. Martin Fischer gemeinsam mit der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf entwickelt, wird das Lern- und Autorensystem CASUS® nun seit 2000 von der SpinOff Firma Instruct AG vertrieben und weiter aktualisiert (BAUER et al., 2009; CASUS IN.STRUCT, 2014a). CASUS® ist ein computerbasiertes Lernsystem für die medizinische Ausbildung, das sich aus zwei hauptsächlichen Elementen zusammensetzt. Zum einen aus dem Autorensystem mit den Beispielfällen der Lehrenden und zum anderen aus der Fallbibliothek in welcher die Lernenden mit den Fällen arbeiten (FISCHER, 2001). Die Bearbeitung der CASUS®-Fälle erfolgt über das Internet am Computer des Studierenden und somit ort- und zeitunabhängig. Es werden dem Lernenden nach und nach Informationen zum Fall zur Verfügung gestellt, meist zunächst erhobene Befunde wie Anamnese, allgemeine Untersuchung und/oder Laborwerte. Die Lernenden sind nun gefordert, die präsentierten Informationen zu interpretieren und die im Programm weiterführenden Fragen zu beantworten. Es können zusätzlich z. B. Grafiken, Fotos, Abbildungen oder Videosequenzen angeboten werden. Die gegebenen Antworten werden online analysiert und mittels hinterlegten Texten kommentiert. Das Fortschreiten im Lernfall erfordert ein aktives Vorgehen durch den Lernenden. So wird im Verlauf des Bearbeitens das Zusammentragen von Befunden, die Ermittlung von Arbeitsdiagnosen, schließlich die Festlegung von Diagnose, gegebenenfalls

Differentialdiagnosen und die Auswahl einer geeigneten Therapie trainiert (BAEHRING et al., 2006).

An der veterinärmedizinischen Fakultät der LMU München wurde im Wintersemester 2001 zunächst, im Rahmen des Wahlpflichtfaches "Fallorientiertes Lernen", Lernen nach dem Modell des problembasierten Unterrichts angeboten. Ab dem Sommersemester 2005 wurde dieses Wahlpflicht-Angebot von der Virtuellen Hochschule Bayern (vhb) übernommen und als Online-Wahlpflichtfach "CASUS in der Tiermedizin" präsentiert (EHLERS et al., 2005). Somit fand das CASUS-System Einbindung in die veterinärmedizinische Lehre der LMU. Bislang bildet CASUS® jedoch noch einen relativ geringen Anteil an der klinischen Ausbildung an der tierärztlichen Fakultät der LMU. Im Rahmen des 2005 eingeführten „Intensivstudium München“, der „klinischen Rotation“ ist, zur Begleitung der klinischen Ausbildung, lediglich in der Klinik für Wiederkäuer das Bearbeiten von zurzeit fünf reproduktionsmedizinischen CASUS-Fällen obligatorisch. Seit Anfang 2014 wird die zum Arbeiten mit CASUS-Fällen benötigte Anmeldung direkt auf der Internetseite der Klinik für Wiederkäuer vorgenommen und läuft nicht mehr über die vhb (KLINIK FÜR WIEDERKÄUER, 2014).

„Im Rahmen des Kompetenzzentrum für E-Learning, Didaktik und Ausbildungsforschung der Tiermedizin (KELDAT) haben sich alle deutschsprachigen tiermedizinischen Bildungsstätten darauf geeinigt, CASUS® als gemeinsame Plattform für fallbasiertes E-Learning und virtuelle Patienten zu nutzen. Bisher wird CASUS an folgenden tiermedizinischen Bildungsstätten eingesetzt:

- Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
- Justus-Liebig-Universität Gießen
- Ludwig-Maximilians-Universität München
- Vetsuisse Fakultät Universität Bern
- Vetsuisse Fakultät Universität Zürich“ (CASUS IN.STRUCT, 2014b)

2.1.5 Lernerfolgskontrollen

Lernerfolgskontrollen oder auch Übungs- und Testaufgaben sind hinreichend in der Aus-, Fort- und Weiterbildung, vor allem aber aus der schulischen Laufbahn bekannt. Sie sind gern genutzte Hilfsmittel, um einen bisher erreichten Wissensstand fest zu stellen und Lernerfolge zu überprüfen, zu vergleichen und zu bewerten. Sie ermöglichen darüber hinaus aber auch die Steuerung und Organisation von Lernprozessen, denn durch das zu den Aufgaben gehörende Feedback lässt sich der im Anschluss folgende, weitere Lernverlauf entsprechend den erreichten Ergebnissen anpassen. In einer Lernumgebung ohne Tutor, z. B. beim Lernen aus einem Lehrbuch oder in einer multimedialen Umgebung, spielen solche Übungen oder Tests eine bedeutende Rolle zur Selbstüberprüfung (NIEGEMANN, 2008).

Der Einsatz von Lernaufgaben kann zu verschiedenen Phasen des Lernprozesses erfolgen. Allerdings besitzen diese Überprüfungen dann auch unterschiedliche Funktionen. Beispielsweise vor Beginn eines Lernabschnittes abgehaltene Testaufgaben überprüfen und aktivieren das Vorwissen, zeigen Wissensdefizite auf und legen somit die zu erarbeitenden Ziele für den Lernenden fest. Während dagegen im Verlauf der Lernphase abgehaltene Übungsaufgaben einen deutlichen Wiederholungs- und Vertiefungseffekt zum besseren Verständnis und der Intensivierung des Lernstoffes bieten. Am Ende eines Lernabschnittes, in der Auswertungsphase, übernehmen Übungsaufgaben wieder eine bewertende Rolle, geben Rückmeldung über Lernerfolg und können unter Umständen zu neuen Lernzielen verweisen (KÖRNDLE et al., 2004).

Lernkontrollen lassen sich aber nicht nur nach ihrer Funktion sondern auch nach der Prüfungsmethode und nach der Gestaltungsart unterscheiden. Die typischen Methoden umfassen die weitverbreiteten und gut bekannten mündlichen, schriftlichen und praktischen Lernerfolgskontrollen (SCHMIDT et al., 2013). Da es sich bei der vorliegenden Arbeit um ein Buch und damit verbunden um eine schriftliche Erfolgskontrolle handelt, bleiben die weiteren Ausführungen auf die schriftlichen Lernerfolgskontrollen beschränkt.

Bei den schriftlichen Test- und Übungsaufgaben wird erstens zwischen geschlossenen oder gebundenen, zweitens halboffenen oder halbgebundenen und

drittens offenen oder ungebundenen/freien Aufgabenformen unterschieden. Geschlossene Aufgabentypen haben stets Antwortmöglichkeiten vorgegeben, aus welchen meist durch Ankreuzen gewählt werden muss. Dies sind z. B. Alternativ-Aufgaben („ja“, „nein“, „richtig“, „falsch“) oder Mehrfach-Antwortaufgaben (Multiple-Choice-Aufgaben). In halboffenen Lernerfolgskontrollen gilt es, kurze schriftliche Antworten niederzulegen, bei meist sehr eingeschränkter Möglichkeit der Ausformulierung. Ein gutes Beispiel für halboffene Aufgaben sind sogenannte Lückentexte, hier sind in einem vorgegebenen Text lediglich Worte oder Wortteile zu ergänzen. Die freieste Antwortart lässt eine Übungsaufgabe nach dem offenen Aufgabentyp zu. Hier ist der Lernende gefordert völlig frei zu antworten und nach eigenem Ermessen zu formulieren. Beispiele hierfür sind Essays, Kurzaufsätze, Klausuren oder Fallstudien (NIEGEMANN, 2008; SCHMIDT et al., 2013).

Geschlossene Testaufgaben sind, da am leichtesten zu realisieren und auszuwerten, eine häufig genutzte Form der Lernüberprüfung und vor allem in interaktiven, multimedialen Lernumgebungen sehr gern verwendet. Nachteil ist jedoch, dass sich hier mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit die richtige Antwort auch raten lässt. Die halboffenen Aufgaben dagegen bieten eine geringere Ratewahrscheinlichkeit. Offene Lernerfolgskontrollen sind am aufwendigsten, aber sie können nicht nur reines Faktenwissen abfragen, sondern u. a. Prozesswissen und die Argumentations- sowie Kombinationskraft der Lernenden überprüfen. In Lernumgebungen ohne Tutor lassen sich allerdings solche Lernüberprüfungen schlecht bis gar nicht realisieren. Hier fehlt die Möglichkeit der Rückmeldung von Seiten der „Lehrenden“ zu den gegebenen Antworten. Dieser Nachteil einer nicht tutoriell betreuten Lernkontrolle lässt sich allerdings mit Hilfe von angegebenen Lösungen, sog. Musterlösungen, mindern. Hier wird ein exakter, detaillierter Lösungsweg beschrieben, den der Lernende dann als Feedback nutzen kann, um seine eigenen Antworten damit zu vergleichen und eventuell zu korrigieren (NIEGEMANN, 2008).

2.2 Vorhandene Lehrmedien zur Thematik

In den folgenden Abschnitten werden verschiedene Lehr- und Übungsmaterialien zum Thema EKG kurz vorgestellt und innerhalb der Gruppierung vergleichend aufgelistet. Es wird hierbei zwischen veterinär- und humanmedizinischen EKG-Lehr- und Übungsbüchern sowie veterinärmedizinischen Kardiologie-Büchern und internistischen Standardwerken unterschieden. Aufgrund der Fülle an humanmedizinischen Büchern die sich mit dem Thema EKG befassen wurde die Auswahl auf die zur erstellten Arbeit passenden deutschsprachigen EKG-Lehr- und Übungsbücher begrenzt. Bei der Selektion der veterinärmedizinischen Medien kamen, ebenfalls angesichts der vorliegenden Arbeit, lediglich Bücher in Betracht die sich mit dem EKG beim Kleintier beschäftigen.

2.2.1 Deutsch- und englischsprachige veterinärmedizinische EKG-Monographien

Bücher die sich ausschließlich mit dem Thema EKG befassen sind in der Veterinärmedizin relativ rar. Somit beschränkt sich die Auswahl auf die bekannten Werke. Zwei Autoren, BAATZ (2002) und MARTIN (2001), präsentieren eine kompakte Abhandlung des Themas, inklusive der Grundlagen und den wichtigsten Veränderungen. Jedoch bieten sie dem Lernenden keine Übungsmöglichkeit an. DAY (2005) dagegen stellt aus 53 Fällen eine reines Übungsbuch mit Aufgabenstellungen und Auflösungen zusammen. Das erste Standardwerk „EKG bei Hund und Katze“ von TILLEY (1989) ist am umfangreichsten gestaltet, behandelt sowohl die Grundlagen als auch zahlreiche Veränderungen. Ebenso bietet es 71 Fälle als „Übungen zum Selbststudium“ mit Aufgabenstellungen und Auflösungen an. Das derzeit aktuellste Buch der EKG-Interpretation beim Kleintier von BERNAL (2011) verbindet ebenfalls die Präsentation von Grundlagen mit Übungsfällen an welchen der Lernenden sein Wissen überprüfen kann.

Autor/Erscheinungsdatum	Präsentationsart	Übungen zu EKG-Fällen (F)	Übungen zu EKG-Grundlagen (G)
TILLEY, 1989	Lehr- und Übungsbuch zum Thema EKG	X	-
MARTIN, 2001	Lehrbuch zum Thema EKG	-	-
BAATZ, 2002	Lehrbuch zum Thema EKG	-	-
DAY, 2005	Lehr- und Übungsbuch zum Thema EKG	X	-
BERNAL, 2011	Lehr- und Übungsbuch zum Thema EKG	X	-

Tab. 1: Deutsch- und englischsprachige veterinärmedizinische EKG-Monographien

X = vorhanden

- = nicht vorhanden

F = Übungen zu EKG-Fällen

G = Übungen zu EKG-Grundlagen

Die folgende Tabelle beinhaltet und vergleicht lediglich die drei Bücher, die Übungsfälle präsentieren. Die Inhalte der Übungsfälle und deren Aufbereitung in diesen Büchern werden einander gegenübergestellt.

Inhalt/Präsentation	TILLEY, 1989	DAY, 2005	BERNAL, 2011
EKGs in Originalgröße	X	-	X exkl. 9
Übungen zu EKG-Fällen (F)	X	X	X
Übungen zu EKG-Grundlagen (G)	-	-	-

Anzahl F / G insgesamt	71 / 0	53 / 0	117 / 0
Übungen zu EKG-Fällen (F) Hund (H) / Katze (K)	47 / 24	34 / 19	117 / 0
Übungen zu EKG-Grundlagen (G) Hund (H) / Katze (K)	-	-	-
F/G nur Abl. II	X	X	X
F/G nur Abl. I-III	-	-	4 mal
F/G nur Abl. I-III + aVR-aVF	3 mal	-	-
F/G Abl. I-III + aVR-aVF + V1-V6	-	-	-
Seitenzahl insgesamt	483	149	288
Seitenzahl F / G	73 / 0	143 / 0	234 / 0
keine Anamnese / Fragen	-	-	-
kurze Anamnese / Fragen	X	X	X
ausführliche Anamnese / Fragen	-	-	-
kurze Auflösungen	X	X	-
ausführliche Auflösungen	-	-	X
beschriftete EKG-Auflösungen	X	z. T.	X
Tabelle der Messwerte bei den Auflösungen	-	-	X

Tab. 2: Vergleich der Übungsfallpräsentationen in drei veterinärmedizinischen EKG-Monographien

X = vorhanden

- = nicht vorhanden

z. T. = zum Teil

H = Hund

K = Katze

F = Übungen zu EKG-Fällen

G = Übungen zu EKG-Grundlagen

2.2.2 Deutschsprachige humanmedizinische EKG-Monographien

In der Humanmedizin gibt eine Vielzahl von Büchern speziell zum Thema EKG, daher wurde die Auswahl auf die folgenden sechs eingegrenzt. Diese weisen entweder einen strukturellen Aufbau oder aber inhaltliche Einzelheiten auf, welche auch in der vorliegende Arbeit Eingang gefunden haben. Zwei der ausgewählten Autoren, GANSCHOW (2010) und LINDNER (2004), bieten eine Abhandlung über die EKG-Grundlagen und EKG-Veränderungen. Es finden sich hier kurze Fragen zum Ende eines jeden Kapitels, kurze Beispiel EKGs und kurze Übungs-EKGs bzw. Lückentexte in den einzelnen Kapiteln und kurze Übungs-EKGs zum Abschluss des Buches. Jedoch gibt es keine kompletten Übungsfälle zum Durcharbeiten für den Lernenden. Die Autoren HORACEK (2013) und VON KARAIS/TRAUTMANN (2010) dagegen präsentiert ein reines EKG-Übungsbuch mit 200 bzw. 50 Fällen aus der Praxis und verzichten als Lernüberprüfungsbuch auf Darstellung der vorausgesetzten Grundlagen. Das EKG-Buch von VON OLSHAUSEN (2005) zeigt sich zunächst als EKG-Lehrbuch ohne aktiven Wissensabfrageteil für den Lernenden, diesen Part übernimmt die beigelegte CD-ROM mit 60 Patientenfällen. SCHUSTER/TRAPPE (2009) vereinen durch die Präsentation eines Grundlagenabschnitts, eines speziellen Teils zu den EKG-Veränderungen sowie 15 kurzen Grundlagenübungs-EKGs und 15 kurzen Multiple Choice Übungsfällen, die reine Lehrbuchform mit einer Lernüberprüfung. Weiterhin bietet eine beiliegende CD-ROM 60 Übungs-EKGs.

Autor/Erscheinungsdatum	Präsentationsart	Übungen zu EKG-Fällen (F)	Übungen zu EKG-Grundlagen (G)
LINDNER, 2004	Lehr- und Übungsbuch zum Thema EKG	-	X
VON OLSHAUSEN, 2005	Lehr- und Übungsbuch zum Thema EKG	X (auf CD-ROM)	-

SCHUSTER und TRAPPE, 2009	Lehr- und Übungsbuch zum Thema EKG	X	X
GANSCHOW, 2010	Lehr- und Übungsbuch zum Thema EKG	-	X
VON KARAIS und TRAUTMANN, 2010	Lehr- und Übungsbuch zum Thema EKG	X	-
HORACEK, 2013	Lehr- und Übungsbuch zum Thema EKG	X	-

Tab. 3: Auswahl deutschsprachiger humanmedizinischer EKG-Monographien

X = vorhanden

- = nicht vorhanden

F = Übungen zu EKG-Fällen

G = Übungen zu EKG-Grundlagen

Die folgende Tabelle beinhaltet und vergleicht lediglich die vier Bücher, die Übungsfälle präsentieren. Die Inhalte der Übungsfälle und deren Aufbereitung in diesen Büchern werden einander gegenübergestellt.

Inhalte/ Präsentation	VON OLSHAUSEN, 2005	SCHUSTER und TRAPPE, 2009	VON KARAIS und TRAUTMANN, 2010	HORACEK, 2013
EKGs in Originalgröße	-	z. T.	X	z. T.
Übungen zu EKG-Fällen (F)	X	X	X	X
Übungen zu EKG-Grundlagen (G)	-	X	-	-
Anzahl F / G insgesamt	60 F (CD)	15 F / 15 G (Buch) 60 F* (CD)	50 F	200 F

F/G nur Abl. II	-	-	-	-
F/G nur Abl. I-III	-	-	-	-
F/G nur Abl. I-III + aVR-aVF	-	-	-	-
F/G Abl. I-III + aVR-aVF + V1-V6	X	X	X	X
Seitenzahl insgesamt	366 (Buch) + 120 (CD)	312 (Buch) + 60 (CD)	209	471
Seitenzahl F / G	0 / 0 (Buch) 120 / 0 (CD)	35 / 35 (Buch) 60 / 0 (CD)	203 / 0	456 / 0
keine Anamnese / Fragen	-	G im Buch F* auf CD	-	-
kurze Anamnese / Fragen	X	F im Buch	-	X
Ausführliche Anamnese / Fragen	-	-	X	-
kurze Auflösungen	z. T.	z. T.	-	-
ausführliche Auflösungen	z. T.	z. T.	X	X
beschriftete EKG-Auflösungen	-	-	-	-
Tabelle der Messwerte bei den Auflösungen	-	F* auf CD	-	-

Tab. 4: Vergleich der Übungsfallpräsentation in humanmedizinischen EKG-Lehr- und Übungsbüchern

X = vorhanden

- = nicht vorhanden

z. T. = zum Teil

F = Übungen zu EKG-Fällen

G = Übungen zu EKG-Grundlagen

F* = kein EKG-Fall im eigentlichen Sinne da lediglich EKGs zur Auswertung gezeigt werden ohne Anamnese

2.2.3 EKGs in deutsch- und englischsprachigen kardiologischen Monographien in der Veterinärmedizin

Nahezu alle veterinärmedizinischen Lehrbücher der Kardiologie, beinhalten ein Kapitel zur Elektrokardiographie und/oder Kapitel innerhalb derer das EKG als Diagnostikum verwendet wird. Im Gegensatz zu den obengenannten EKG-Lehr- und Übungsmedien widmen sie sich naturgemäß nicht dem Erlernen und dem Training des EKGs. Demnach finden sich in solchen Büchern keine Übungsmöglichkeiten in Form von Grundlagenübungen oder Übungsfällen, was auch die folgende Tabelle zeigt.

Autor/Erscheinungsdatum	Präsentationsart	Übungen zu EKG-Fällen	Übungen zu EKG-Grundlagen
KITTLESON und KIENLE, 1998	Lehrbuch mit EKGs in versch. Kapiteln	-	-
FOX et al., 1999	Lehrbuch mit EKGs in versch. Kapiteln	-	-
TILLEY et al., 2008	Lehrbuch mit EKGs in versch. Kapiteln	-	-
TOBIAS et al., 2008	Lehrbuch mit EKGs in versch. Kapiteln	-	-

Tab. 5: Deutsch- und englischsprachige kardiologische Monographien in der Veterinärmedizin

X = vorhanden

- = nicht vorhanden

F = Übungen zu EKG-Fällen

G = Übungen zu EKG-Grundlagen

Die folgende Tabelle listet die Präsentationsart des Themas EKG in den obengenannten Büchern auf.

Inhalte/Präsentation	KITTLESON und KIENLE, 1998	FOX et al., 1999	TILLEY et al., 2008	TOBIAS et al., 2008
EKGs in Originalgröße	-	-	-	-
EKGs von Hund (H) und Katze (K)	H + K	H + K	H + K	H + K
EKG nur Abl. II	z. T.	z. T.	x	z. T.
EKG nur Abl. I-III	-	z. T.	-	z. T.
EKG nur Abl. I-III + aVR-aVF	z. T.	z. T.	-	z. T.
EKG Abl. I-III + aVR-aVF + V1-V6	-	3 mal	1 mal	z. T.
Seiten insgesamt	603	955	443	264
EKG-Kapitel Seitenanzahl	18	39	29	38
Arrhythmie-Kapitel	53	69	im EKG-Kapitel	im EKG-Kapitel
EKG in den Kapiteln über Herzerkrankungen	nur Text	Text und Abb. je Erkrankung	z. T.	Text und Abb. je Erkrankung

Tab. 6: Vergleich der EKG-Darbietung in den deutsch- und englischsprachigen kardiologischen Monographien der Veterinärmedizin

X = vorhanden

- = nicht vorhanden

z. T. = zum Teil

H = Hund

K = Katze

Abb. = Abbildung

2.2.4 EKGs in deutsch- und englischsprachigen internistischen Monographien in der Veterinärmedizin

Ebenso wie die kardiologischen Lehrbücher gehen die Standardwerke der allgemeinen und speziellen inneren Medizin in der Veterinärmedizin mit dem Thema

Elektrokardiographie um. Es gibt einzelne Kapitel zum Thema EKG und/oder das EKG findet Anwendung im Rahmen der Präsentation der besprochenen Erkrankungen. Naturgemäß werden weder EKG-Fallübungen noch Grundlagenübungen angeboten, was folgende Tabelle zeigt.

Autor/Erscheinungsdatum	Präsentationsart	Übungen zu EKG-Fällen	Übungen zu EKG-Grundlagen
HORZINEK et al., 2005	Lehrbuch mit EKGs in versch. Kapiteln	-	-
GRÜNBAUM und SCHIMKE, 2007	Lehrbuch mit EKGs in versch. Kapiteln	-	-
RAND, 2009	Lehrbuch mit EKGs in versch. Kapiteln	-	-
ETTINGER und FELDMAN, 2010	Lehrbuch mit EKGs in versch. Kapiteln	-	-
SUTER et al., 2012	Lehrbuch mit EKGs in versch. Kapiteln	-	-
NELSON et al., 2014	Lehrbuch mit EKGs in versch. Kapiteln	-	-

Tab. 7: Deutsch- und englischsprachige internistische Monographien in der Veterinärmedizin

X = vorhanden

- = nicht vorhanden

F = Übungen zu EKG-Fällen

G = Übungen zu EKG-Grundlagen

Die folgende Tabelle listet die Präsentationsart des Themas EKG in den obengenannten Büchern auf.

Inhalte / Präsentation	HORZINEK et al., 2005	GRÜN-BAUM und SCHIMKE, 2007	RAND, 2009	ETTINGER und FELDMAN, 2010	SUTER et al., 2012	NELSON et al., 2014
EKGs in Originalgröße	-	-	-	-	-	-
EKGs von Hund (H) und Katze (K)	K	H	K	H + K	H	H + K
EKG nur Abl. II	-	-	X	z. T.	-	z. T.
EKG Abl. I-III	-	X	-	z. T.	-	z. T.
EKG Abl. I-III + aVR-aVF	-	-	-	-	X	-
EKG Abl. I-III + aVR-aVF + V1-V6	1 Abb.	-	-	z. T.	-	z. T.
Seitenanzahl insgesamt	880	1232	1621	2218	1228	1473
EKG-Kapitel Seitenanzahl	-	12	-	14	11	18
Arrhythmie-Kapitel Seitenzahl	-	10	17	19	-	24
EKG in den Kapiteln über Herzerkrankungen	Text nur 2 Abb. bei HCM	nur Text	nur Text	Text z. T. Abb.	nur Text	nur Text

Tab. 8: Vergleich der EKG-Darbietung in den deutsch- und englischsprachigen internistischen Monographien der Veterinärmedizin

X = vorhanden

- = nicht vorhanden

z. T. = zum Teil

H = Hund

K = Katze

Abb. = Abbildung

HCM = Hypertrophe Kardiomyopathie

2.2.5 EKG in Online-Tutorials

Im heutigen multimedialen Zeitalter finden sich bereits einige Onlineangebote zum Erlernen und/oder Üben von EKG-Auswertungsfähigkeiten. Es werden sowohl in der Human- als auch Veterinärmedizin EKG-Online-Tutorials angeboten. Meist werden zunächst Grundlagenerklärungen dargestellt und anschließend EKG-Abschnitte zur Auswertung und Interpretation präsentiert. Dabei zeigen sich einige unterschiedliche Präsentationsformen, z. B.

- Seiten mit Texten und Abbildungen, Videotutorials, eLearning-Kurse
- EKG-Übungs-Tutorials mit und ohne vorheriger Grundlagenpräsentation
- EKG-Übungen mit Anamnese und Fragestellung oder EKG-Streifen ohne Fragestellungen zum selbständigen auswerten

Humanmedizinische EKG-Online-Tutorials

Die Seite „EKG-Online“ (KLEINDIENST, 2011) führt neben anatomischen, physiologischen und physikalischen Grundlagen kurze Kapitel mit EKG-Veränderungen auf und bietet im Anschluss sechs Übungs-EKGs und 24 Quizfragen an. Vierundvierzig weiterführende Übungen lassen sich anhand einer beim Autor käuflich zu erwerbenden CD-ROM mit Übungsheft realisieren. Die Quizfragen sind nach dem Multiple-Choice-Verfahren gestaltet und lassen sich auf Richtigkeit überprüfen. Es werden aber nicht einfach passiv die richtigen Antworten präsentiert, sondern zur Korrektur die Möglichkeit geboten noch einmal nachzulesen.

Die Internetseite Tellmed.ch der Mediscope AG stellt unter dem Punkt EKG-Quiz 62 klinische Fälle vor, die von den Kardiologenteams des Tiefenauspirals und des Inselspitals in Bern (BRENNER et al., 2014) zur Verfügung gestellt wurden. Hier lässt sich bei den einzelnen Quizfällen zunächst eine Anamnese lesen und anschließend ein oder zwei Fragen zum gezeigten EKG-Fall beantworten. Zur Beantwortung werden Auswahlmöglichkeiten vorgegeben und nach dem Anklicken mit „Richtig“ oder „Falsch“ evaluiert und erklärt.

Dr. med. Martin Bösch, Facharzt für Innere Medizin FMH und Ultraschall SGUM in einer Gemeinschaftspraxis im schweizerischen Beringen hat eine Lernsequenz zur Ausbildung seiner Studierenden und Assistenzärzte/innen entwickelt. Die Seite „Das

Elektrocardiogramm und seine Beurteilung“ (BÖSCH, 2003) zeigt zunächst die Grundlagen und einige EKG-Veränderungen auf. Im Abschnitt „Beispiele“ und „EKG-Quiz“ können in 27 Beispielfällen und 20 EKG-Ausschnitten die Herzfrequenz, der Lagetyp sowie die Amplituden und Strecken zur Übung bestimmt werden.

Die englischsprachige Internetseite „practical clinical skills“ bietet neben einem ausführlichen EKG-Tutorial mit Grundlagenbesprechungen und Übungen aus 350 verschiedenen EKG-Aufzeichnungen auch ähnlich aufgebaute Tutorials zu den Themen Herz- und Lungengeräusche sowie Blutdruck (KEROES et al., 2014). Zur Einübung der EKG-Interpretation stehen im EKG-Quiz 350 verschiedene EKG-Ausschnitte zur Verfügung. Ein Quizdurchlauf besteht stets aus 20 randomisiert zusammengestellten EKG-Abschnitten zu welchen je eine Multiple-Choice-Frage gestellt wird. Für die Interpretation des EKGs steht eine Zeitmessungsmöglichkeit zur Verfügung. Am Ende eines gesamten Durchganges werden die richtigen Antworten offengelegt.

Eine Beitragsreihe unter dem Namen „Pflege-Fortbildung-Wissen“ stellt mit dem Profilnamen „stega8“ neben weiteren Themen auch 25 systematisch aufgebaute Videos auf youtube zum Thema EKG-Interpretation Verfügung (PFLEGE-FORTBILDUNG-WISSEN, 2012). Anschaulich, kurz und knapp werden die EKG-Grundlagen und einige EKG-Veränderungen sowie Vorgehensweisen bei der Interpretation vorgestellt. Hier finden sich keine eigenständigen Übungsmöglichkeiten, es handelt sich um ein reines Videotutorial.

Veterinärmedizinische EKG-Online-Tutorials

Mark D. Kittleson präsentiert, neben seinem bereits obengenannten Fachbuch, eine Internetseite „Case Studies In Small Animal Cardiovascular Medicine“ auf der die Möglichkeit angeboten wird, klinische Fälle durcharbeiten (KITTELESON, 2014). Es finden sich 40 vollständige Patientenfälle, zu welchen Multiple-Choice-Fragen gestellt werden, unter anderem auch zum zugehörigen EKG. Weiterhin bietet die Seite auch ein separates EKG-Quiz mit 26 verschiedenen EKGs. Auch in diesen Übungen sind Multiple-Choice-Fragen zu den jeweiligen EKGs zu beantworten. Eine Auflösung zeigt wieviel Prozent der Fragen richtig beantwortet wurden und gibt die richtigen Antworten, zu den unter Umständen falsch beantworteten, preis.

Auch die offizielle Web-Seite der Abteilung für Tierkardiologie der LMU München (WESS, 2014) stellt unter einigen anderen Themen ein EKG-Seminar mit Einführung und Grundlagen zum EKG und ein EKG-Quiz zum Üben bereit. Der Übungsbereich mit dem Quiz umfasst meist zwischen acht bis zehn verschiedene EKG-Fälle und ein EKG-Quiz des Tages zum Einüben und Überprüfen der eigenen EKG-Auswertungsfähigkeiten. Die hier präsentierten EKG-Fälle werden in regelmäßigen Abständen aktualisiert, respektive ausgetauscht, so dass eine große Variation gegeben ist. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt (Stand 17.04.2014), lässt sich jedoch aufgrund von technischen Schwierigkeiten das Quiz nicht starten. Dies sollte aber durch die Eliminierung des aufgetretenen Programmierfehlers bald behoben sein und so die EKG-Übungsmöglichkeiten wie zuvor wieder zur Verfügung stehen (persönliche Mitteilung C. van der Meijden, München, 17.04.2014).

Eine weitere Übungs- und Selbstüberprüfungsmöglichkeit besteht darin eLearning-Kurse im Internet zu buchen. Vetion.de zum Beispiel bietet seit 2002 eLearning-Kurse für Tierärztinnen und Tierärzte zusammen mit der ATF an. Unter www.myvetlearn.de lassen sich die Kurse buchen, die Lerninhalte 13 Wochen lang mit einem speziellen Zugang abrufen, dem Referenten Fragen stellen, Diskussionen mit anderen Kursteilnehmern führen und eine Abschlussüberprüfung in Form eines Multiple-Choice-Tests durchführen. Es werden hier viele verschiedene Onlinekurse angeboten, unter anderem auch „Grundlagen der Kleintierkardiologie – Tipps und Tricks, Einführung in Auskultation, EKG und Röntgen“ Referent Markus Killich, Ismaning (VETION.DE, 2014).

2.2.6 Übersicht über die aufgeführten EKG-Lehrmedien

Alle angeführten Lehrmedien, sowohl aus der Human- als auch der Veterinärmedizin zeigen auf unterschiedlichste Art und Weise die Möglichkeit das Thema EKG und EKG-Auswertung mit einzubeziehen.

Naturgemäß widmen sich die umfangreichen kardiologischen und internistischen Lehrbücher der Veterinärmedizin (KITTLESON und KIENLE, 1998; FOX et al., 1999; HORZINEK et al., 2005; GRÜNBAUM und SCHIMKE, 2007; TILLEY et al., 2008;

TOBIAS et al., 2008; RAND, 2009; ETTINGER und FELDMAN, 2010; SUTER et al., 2012; NELSON et al., 2014) dem Thema Elektrokardiographie nur zu einem vergleichsweise geringen Anteil. Auch Übungs- und Auswertungsmöglichkeiten fehlen hier gänzlich, da sich ihr Hauptaugenmerk auf die umfassende Vermittlung des kardiologischen oder internistischen Wissens konzentriert.

Zum Erlernen oder Auffrischen eines elektrographischen Verständnisses sind Monographien ausschließlich zum Thema EKG besser geeignet. Bei den zuvor aufgeführten Lehrmedien dieser Art lassen sich wieder Unterteilungen anhand der Präsentationsart vornehmen.

Es finden sich Bücher (MARTIN, 2001; BAATZ, 2002) deren Schwerpunkt auf der Präsentation des EKG-Grundwissens liegt. Ohne Übungs- und Auswertungsmöglichkeiten bieten sie jedoch keine weiterführende, vertiefende und aktive Auseinandersetzung mit dem Lernstoff.

Andere Monographien (LINDNER, 2004; SCHUSTER und TRAPPE, 2009; GANSCHOW, 2010) beinhalten vornehmlich die Darlegung des EKG-Wissens, geben aber die Option das Gelesene durch kurze Übungsfragen zu den Grundlagen zu vertiefen.

Weitere Publikationen (TILLEY, 1989; VON OLSHAUSEN, 2005; SCHUSTER und TRAPPE, 2009) bieten, neben einem großen Hauptanteil an EKG-Wissen im Buch, EKG-Übungsfälle zu hypothetischen Patienten an. Das Gelesene kann so direkt durch eigenständige EKG-Interpretation umgesetzt und geübt werden.

Eine letzte Gruppe bilden die Bücher die nur ein verhältnismäßig kurzes (BERNAL, 2011) oder gar kein (DAY, 2005; VON KARAIS und TRAUTMANN, 2010; HORACEK, 2013) EKG-Basiskapital enthalten. Sie konzentrieren sich ganz im Gegensatz zu den bisher genannten vor allem auf das selbständige Üben und Vertiefen der EKG- Interpretation anhand von Patienten-EKGs.

So finden sich vom reinen Lehrbuch bis hin zum reinen Übungsbuch alle Varianten zum Thema Elektrokardiographie.

3 Material und Methoden

3.1 Material

Zur Erstellung der Lernüberprüfung „EKG-Übungsbuch mit Fällen aus der Praxis“ sowie zur Aufzeichnung und Bearbeitung der darin verwendeten EKGs wurden folgende Hard- und Software verwendet und Elektrokardiogramme zusammengetragen.

3.1.1 Elektrokardiogramme

Den wichtigsten Part des Übungsbuches bilden die verwendeten EKGs. Es kommen sowohl aufgezeichnete Original-EKGs wie auch digital erstellte Schema-EKGs zum Einsatz. Die genutzten Schema-EKGs wurden aus der Dissertation von WEIGEL-OSSIANDER (2015) übernommen.

Es wurde eine Vielzahl an Original-EKGs in unterschiedlichen tierärztlichen Kliniken und Praxen gesichtet und gesammelt. Von folgenden Kollegen/innen lagen EKG-Aufzeichnungen vor, die im Laufe des normalen Praxisalltags im Rahmen einer kardiologischen Diagnostik erstellt worden waren:

- Kresken, Jan-Gerd

Tierärztliche Klinik für Kleintiere am Kaiserberg, Duisburg

1311 EKG-Aufzeichnungen von 397 Patienten

- Peissner, Anne-Ly

Kleintierpraxis Dr. Peissner, Schorndorf

31 EKG-Aufzeichnungen von 28 Patienten

- Penzel, Sandra

Kleintierpraxis, Dorfen

10 EKG-Aufzeichnungen von 10 Patienten

- Poulsen Nautrup, Cordula

Lehrstuhl für Anatomie, Histologie und Embryologie

Veterinärwissenschaftliches Department

Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

415 EKG-Aufzeichnungen von 180 Patienten

- Schlieter, Susanne

Kleintierpraxis in der Wiehre, Freiburg i. Br.

112 EKG-Aufzeichnungen von 76 Patienten

Somit existierten insgesamt 1879 EKG-Aufzeichnungen zur Durchsicht und Selektion. Dabei handelte es sich um 1816 Kurzzeit-Ruhe-EKGs und 63 Langzeit-EKGs, welche in einem Zeitraum von Ende 2007 bis Ende 2013 in den entsprechenden Kliniken und Praxen dokumentiert wurden. Die Patienten wurden nicht speziell rekrutiert oder zur Aufzeichnung einbestellt, vielmehr wurde aus einem immensen Reservoir von Dokumentationen für das beiliegende Übungsbuch und das multimediale Lernprogramm von WEIGEL-OSSIANDER (2015) passende EKGs herausgefiltert. Die Kriterien nach welchen die Selektion aus dem enormen Datenvorrat erfolgte sind:

- möglichst artefaktfreie Aufzeichnung

- interessante EKG-Veränderungen
- entscheidende Veränderungen sind in einem kurzen Abschnitt sichtbar
- für Hunde und Katzen typische EKG-Veränderungen
- Vorberichte, Untersuchungen, Befunde und Diagnosen zu den Patienten der ausgesuchten EKGs weitestgehend vorhanden

Übriggeblieben sind dann 312 Aufzeichnungen, von denen auch wieder nur ein Teil endgültig verwendet wurde. Es handelte sich dabei sowohl um digital aufgezeichnete, als auch analog auf EKG-Papier geschriebene EKGs.

Es wurden für die Erstellung des Lernüberprüfungsbuches insgesamt 51 speziell ausgewählte Original-EKGs verwendet. Im allgemeinen Abschnitt „Die EKG-Kurve und ihre Auswertung“ kamen 20 EKGs von 7 Katzen und 13 Hunden sowie im speziellen Teil „EKG-Fallbesprechungen“ 31 EKGs von 11 Katzen und 20 Hunden zum Einsatz. Erheblich mehr Original-EKGs finden sich im multimedialen Lernprogramm von WEIGEL-OSSIANDER (2015).

3.1.2 EKG-Aufzeichnungssysteme

Zur Aufzeichnung der Elektrokardiogramme in den einzelnen Praxen und Kliniken wurden verschiedene Geräte verwendet. Sowohl digitale als auch analoge Aufzeichnungsgeräte kamen zum Einsatz.

3.1.2.1 Digitale Aufzeichnungssysteme

Digitale EKG-Geräte registrieren und speichern alle Ableitungen zeitgleich, so lassen sich später am PC verschiedene Darstellungsvarianten ein und desselben EKG-Abschnittes ausgeben.

- Televet 100

Das Televet 100 ist das telemetrische EKG System der Firma Engel Engineering Service GmbH, Offenbach am Main, für die Veterinärmedizin. Es erlaubt sowohl die einfache Aufnahme des EKG in Ruhe als auch in Belastungs- oder Langzeitsituationen. Die Daten werden an ein Notebook oder stationären PC übertragen, in Echtzeit dargestellt und auf der Festplatte abgespeichert. Im Holterbetrieb werden die EKG-Daten auf einer SD-Karte im Aufnahmegerät aufgezeichnet. Dieses Aufzeichnungssystem findet Verwendung bei Kresken, Peissner, Penzel und Poulsen Nautrup. Das Televet 100 ermöglicht Ausschnittdarstellungen mit allen sechs Ableitungen (Einthoven- und Goldbergerableitungen) untereinander oder nur den Ableitungen I bis III bzw. nur den Ableitungen aVR bis aVF untereinander. Aber es lässt sich auch lediglich eine Ableitung isoliert, in Form eines Rhythmusblattes ausgeben.

- BioAnimal

BioAnimal 32-Bit Vers. V5.02 (2004) ist eine 6-Kanal-Aufzeichnungs- und Auswertungssoftware der Firma von Berg-Medizingeräte GmbH, Zwönitz. Die erfassten Daten werden an ein Notebook oder stationären PC übertragen, in Echtzeit dargestellt und auf der Festplatte abgespeichert. Beim Schreiben eines Kurzzeit-Ruhe-EKGs können die Ableitungen nach Einthoven allein oder in Kombination mit den Ableitungen nach Goldberger am Monitor dargestellt werden. Außerdem lassen sich Abschnittsaufzeichnungen von zehn Sekunden per Mausklick starten und abspeichern. Wird ein Rhythmusblatt geschrieben, können nur die Ableitungen nach Einthoven oder Goldberger dargestellt werden und zugleich ein Rhythmusstreifen der Ableitung II. Es lassen sich vierzig Sekunden und eine Minute bis fünf Minuten lange EKG-Abschnitte speichern. Dieses Aufzeichnungssystem findet Verwendung bei Schlieter.

- Cardio Perfect, Version 1.0 (1990 – 1997)

Cardio Perfect ist ein digitaler Standard 12-Kanal-Ruhe-EKG-Schreiber von Cardio Control N. V. Delft, The Netherlands (heute Welch Allyn). Das Patientenkabel wird direkt an die serielle Schnittstelle angeschlossen und die Aufzeichnungssoftware läuft über das Betriebssystem DOS. Dieses Aufzeichnungssystem findet/fand Anwendung bei Poulsen Nautrup. Es lassen sich die Einthoven-, Goldberger- und Wilsonableitungen registrieren. Die Ableitungen I bis III können allein oder zeitgleich zusammen mit den Ableitungen aVR bis aVF abgebildet werden. Es kann zudem jeweils eine Kurve von allen Gliedmaßen- und Brustwandableitungen gemeinsam betrachtet werden. Zum Einsatz kam Cardio Perfect, Version 1.0 bei Poulsen Nautrup.

- EKG 2000

Das EKG 2000 der Firma Eickemeyer, Medizintechnik für Tierärzte, Tuttlingen, ist ein elektrokardiographisches Modul mit der Anschlussmöglichkeit an einen PC. In der bei Poulsen Nautrup verwendeten Grundversion wird über ein fünfadriges Patientenkabel die Abnahme aller sechs Gliedmaßenableitungen und zusätzlich einer Brustwandableitung ermöglicht. Es lässt sich bei diesem 7-Kanal-EKG-Schreiber zwischen verschiedenen Darstellungskombinationen der Ableitungen wählen. Im Ruhe-EKG-Programm lassen sich entweder alle sieben Ableitungen zeitgleich untereinander (I bis III, aVR bis aVF und eine Brustwandableitung), nur die sechs Gliedmaßenableitungen (I bis III und aVR bis aVF) oder lediglich drei Gliedmaßenableitungen (I bis III oder aVR bis aVF) zeitgleich abbilden. Bei der Langzeitaufnahme (maximal eine Stunde) im Ruhe-EKG-Long werden kontinuierlich die Herzfrequenz und drei Ableitungen aufgezeichnet.

Alle digital aufgezeichneten EKGs können selbstverständlich auch schwarz-weiß auf DIN A4 Papier ausgedruckt werden. Bei den meisten Geräten kann bei dieser Art der Ausgabe zwischen einem rein weißen Hintergrund oder einem Hintergrund mit Skalierung gewählt werden. Lediglich das Televet 100 ist in der Lage, die EKG-Kurven auch am Monitor auf einem rein weißen Hintergrund darzustellen.

3.1.2.2 Digital-analoge Aufzeichnungssysteme

Analoge EKG-Geräte zeichnen während des Registrierens die Kurven auf einem Millimeterpapier auf. Welche und wie viele Ableitungen zeitgleich und somit untereinander aufgeschrieben werden, ist von Gerät zu Gerät unterschiedlich.

- Cardio-M Plus

Das Cardio-M Plus ist ein tragbares EKG-Gerät der Firma medical Econet GmbH, Oberhausen/NRW. Es handelt sich um einen 12 Kanal-Ruhe-EKG-Schreiber mit integriertem 7" LCD-Display zur Anzeige aller 12 Kanäle mit Touch-Funktion. Ein hochauflösender Thermokamm-Drucker sowie Vermessungssoftware und ein humanmedizinisches Interpretationsmodul sind enthalten. Wahlweise lassen sich 12-, 6- oder 3-Kanal-EKGs ausdrucken. Zusätzlich verfügt das Gerät über einen Speicher für bis zu 120 Aufzeichnungen. Das Cardio-M Plus wird von Poulsen Nautrup eingesetzt.

- Cardioline Delta 3 Plus Digital

Cardioline Delta 3 Plus Digital ist ein 3-Kanal-EKG-Schreiber der Firma REMCO Italia S.p.A, Milano, Italy. Es handelt sich um ein tragbares EKG-Gerät, das über ein LCD-Display einstellbar ist. Dieses Gerät zeichnet drei Ableitungen zeitgleich, untereinander auf. Es lässt sich wählen ob die Einthoven-, Goldberger- oder drei der Wilsonableitungen geschrieben werden. Dieser EKG-Schreiber findet Anwendung bei Peissner.

3.1.2.3 Analoges Aufzeichnungssystem

- Hellige Multiscriptor EK 403

Der Multiscriptor EK 403 ist ein Gerät des Unternehmens Hellige, welches heute zu GE Medical Systems gehört. Bei diesem Gerät lassen sich, da es sich um einen 3-Kanal-EKG-Schreiber handelt, lediglich entweder Ableitung I bis III oder Ableitung aVR bis aVF zur selben Zeit, jedoch nicht alle sechs Ableitungen zeitgleich und somit untereinander abbilden. Weiterhin sind auch Aufzeichnungen der Brustwandableitungen möglich. Dieses Gerät findet Verwendung bei Poulsen Nautrup.

3.1.2.4 Darstellungsvielfalt der verwendeten EKGs

Durch die große Anzahl an unterschiedlichen EKG-Aufzeichnungsgeräten ergab sich eine große Varietät an Darstellungsformen der EKGs.



Abb. 1: Televet 100



Abb. 2: BioAnimal



Abb. 3: Cardio Perfect



Abb. 4: EKG 2000

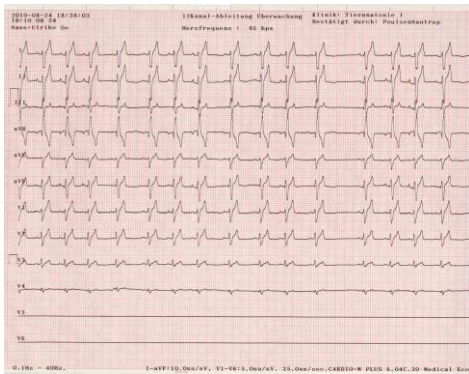


Abb. 5: Cardio-M Plus

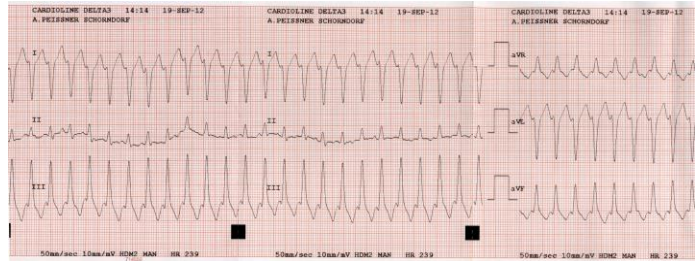


Abb. 6: Cardioline Delta 3 Plus Digital



Abb. 7: Hellige Multiscriptor EK 403

3.1.3 Scanner

Zur Weiterverarbeitung der digital-analogen und analogen EKGs mussten diese in eine digitale Version überführt werden. Unter Verwendung von verschiedenen handelsüblichen DIN-A4-Fotoscannern wurden die EKGs in JPEGs oder BMPs überführt und als Grundlage für die weitere Bearbeitung gespeichert.

3.1.4 Notebooks / Personal Computer

Für die Erstellung des Übungsbuches wurden verschiedene Notebooks und Personal Computer mit Windows® 7 und Windows® 8 Betriebssystemen verwendet. Vorwiegend unter anderen:

- 1) Acer® Aspire (Model 7750G-2434G50Mnkk)

- Prozessortyp: Intel® Core™ i5 - 2430M
- Prozessorgeschwindigkeit: 2,4 GHz
- Grafikkarte: AMD Radeon™ HD 6850
- Arbeitsspeicher: 4 GB
- Festplatte: 500 GB
- Betriebssystem: Windows® 7 Home Premium

2) ASUS® Computer (Model G750JH-T4032H)

- Prozessortyp: Intel® Core™ i7 – 4700HQ
- Prozessorgeschwindigkeit: 2,4 GHz
- Grafikkarte: NVIDIA® GeForce GTX 780M
- Arbeitsspeicher: 8 GB
- Festplatte: 1256 GB
- Betriebssystem: Windows® 8

3.1.5 Software

- CorelDRAW® Graphics Suite X5

Diese Version beinhaltet unter anderem die verwendeten Programme CorelDRAW® und Corel® PHOTO-PAINT™

- Adobe CS2

3.1.6 Datensicherung

Es standen zur Speicherung aller Daten zunächst die obengenannten Notebooks und zur dauerhaften Sicherung mehrere externe, portable Festplatten zur Verfügung. Unter anderen waren dies eine Western Digital® WD Elements™ external HDD, 3,5 Zoll 1,5 TB und eine Verbatim®, 2,5 Zoll, 500 GB.

3.1.7 Verwendete Vorlagen im „EKG-Übungsbuch mit Fällen aus der Praxis“

Für die Ausarbeitung der beigefügten EKG-Lernüberprüfung lagen verschiedene Lehr- und Übungsmaterialien aus der Veterinär- und Humanmedizin als Informationsbezugsquellen vor. Zusätzlich lieferten Vortragsmaterialien und Interviews mit Poulsen Nautrup weitere wertvolle Hinweise. Außerdem wurden Materialien aus den Arbeiten von TILLEY, 1989 und WEIGEL-OSSIANDER, 2015 nach deutlicher Modifizierung und unter Kennzeichnung im Kapitel “Die EKG-Kurve und ihre Auswertung“ des vorliegenden Übungsbuches verwendet.

3.2 Methoden

3.2.1 Aufzeichnung der Elektrokardiogramme

Zur Erstellung der Kurzzeit-Ruhe EKGs wurden alle Tiere auf einer nichtleitenden Oberfläche dem Standard entsprechend in die rechte Seitenlage verbracht. Die Gliedmaßen wurden im ca. 90-Grad-Winkel zum Rumpf, entsprechend der physiologischen Standposition des Tieres, gelagert. Das Anlegen der farbigen Elektroden erfolgte ebenfalls standardisiert:

- rote Elektrode rechte Vordergliedmaße
- gelbe Elektrode linke Vordergliedmaße
- grüne Elektrode linke Hintergliedmaße
- schwarze Elektrode rechte Hintergliedmaße

Das Anlegen an den Vordergliedmaßen erfolgte kaudal am Ellenbogen und an den Hintergliedmaßen jeweils kranial am Knie. Geschrieben wurden bei einem Ruhe-EKG alle Gliedmaßenableitungen mit angepasstem Papiervorschub und sinnvoll gewählter Amplitude sowie ein Rhythmusblatt bestehend aus Ableitung II nach Einthoven mit langsamerem Papierdurchlauf. Die Aufzeichnung fand stets in Ruhe, ohne körperliche sowie unter möglichst geringer psychischer Belastung statt.

Zur Erstellung der Langzeit-EKGs erfolgte die Anlage der Elektroden nicht standardisiert. Da es sich um Holter-EKGs handelte, wurden die Elektroden an der ventralen Brustwand parasternal angelegt, um eine dauerhafte, gute Befestigung bei geringer Beeinträchtigung zu gewährleisten. Gleichzeitig ähneln die so registrierten Kurven denen bei standardisierter Aufzeichnung. Es ergab sich folgende Elektrodenlage:

- rote Elektrode: rechts kranial des Herzens
- gelbe Elektrode: links kranial des Herzens
- grüne Elektrode: links kaudal des Herzens
- schwarze Elektrode: rechts kaudal des Herzens

Aufgezeichnet wurde über einen längeren Zeitraum, genauer gesagt wie für ein Holter-EKG typisch über eine Spanne von 24 Stunden. Bei Einsatz des Televet 100 wurden jeweils drei bipolare und drei unipolare Ableitungen vergleichbar den Gliedmaßenableitungen geschrieben.

Die Anlage der Elektroden und die Aufzeichnung der Belastungs-EKGs entsprechen denjenigen der Langzeit-EKGs. Die Aufzeichnung erfolgte, wie die Bezeichnung schon besagt, unter körperlicher Belastung, die der Kondition und dem Alter der Tiere angepasst wurde.

3.2.2 Selektion der Elektrokardiogramme

Nach Auswahl der EKGs von Poulsen Nautrup wurde zuerst das Material aus der Tierärztlichen Klinik für Kleintiere am Kaiserberg durchgeschaut, da hier die weitaus größte Anzahl an EKGs zur Verfügung stand. Die Sichtung erfolgte zunächst verblindet, ohne Kenntnis von Vorbericht, Tierart oder anderen Informationen. Zuerst wurde hinsichtlich Aufzeichnungsqualität und Artefaktfreiheit selektiert. Im zweiten Schritt wurde nach interessanten Befunden weiter gefiltert und im Anschluss daran dann die Patientendatei zu den entsprechenden EKGs aufgedeckt. Im dritten Schritt wurde noch einmal im Hinblick darauf selektiert, ob Vorberichte, Untersuchungen, Befunde und Diagnosen weitestgehend bekannt waren und ob das EKG auch für die entsprechende Tierart typisch war. Aus der übriggeblieben, großen Auswahl an Aufzeichnungen wurden letztendlich die wirklich verwendeten EKGs für das Übungsbuch und das multimediale Lernprogramm von WEIGEL-OSSIANDER (2015) isoliert. Da noch nicht alle, sowohl für die Lern-CD wie auch das Übungsbuch, benötigten EKGs gesammelt werden konnten, wurde aus weiteren Praxen und Kliniken (siehe oben) Patienten-EKGs zusammengetragen. Diesmal jedoch nicht verblindet, sondern mit gezielter Fragestellung nach bestimmten EKG-Veränderungen/EKG-Fällen.

3.2.3 Verarbeitung der ausgewählten Elektrokardiogramme

Nachdem die Auswahl an Elektrokardiogrammen für die Nutzung im vorliegenden Übungsbuch festgelegt worden war, wurden diese stark unterschiedlich aufgezeichneten und dargestellten EKGs (vergleiche 3.1.2.4) durch die folgend dargelegten Vorgehensweisen vereinheitlicht. Es wurden alle EKG-Kurven unter Zuhilfenahme der Software CorelDRAW® und Corel® PHOTO-PAINT™ in eine Vektorgrafik umgewandelt. So entstand aus den unterschiedlichsten digital-analogen, analogen sowie digitalen EKG-Kurven-Darstellungen eine einheitliche Präsentationsart in Form von vektorisierten Kurven. Auch die, aufgrund der Vielfalt an Aufzeichnungsgeräten, stark unterschiedlichen EKG-Hintergründe mussten vereinheitlicht werden.

3.2.3.1 Vektorisieren der digital-analogen und analogen EKGs

Im ersten Schritt wurden die ausgewählten EKG-Abschnitte in einer Auflösung von 300 dpi mittels handelsüblichen DIN-A4 Fotoscannern digitalisiert. Die entstandenen und abgespeicherten JPGs konnten dann im Fotobearbeitungsprogramm Corel® PHOTO-PAINT™ geöffnet werden, um hier den rosa/roten EKG-Hintergrund so gut wie möglich zu eliminieren. Es erfolgte hierzu die Trennung der drei RGB-Farbkanäle voneinander, so dass es sich dann mit dem isolierten Kanal für Rot weiterarbeiten ließ.

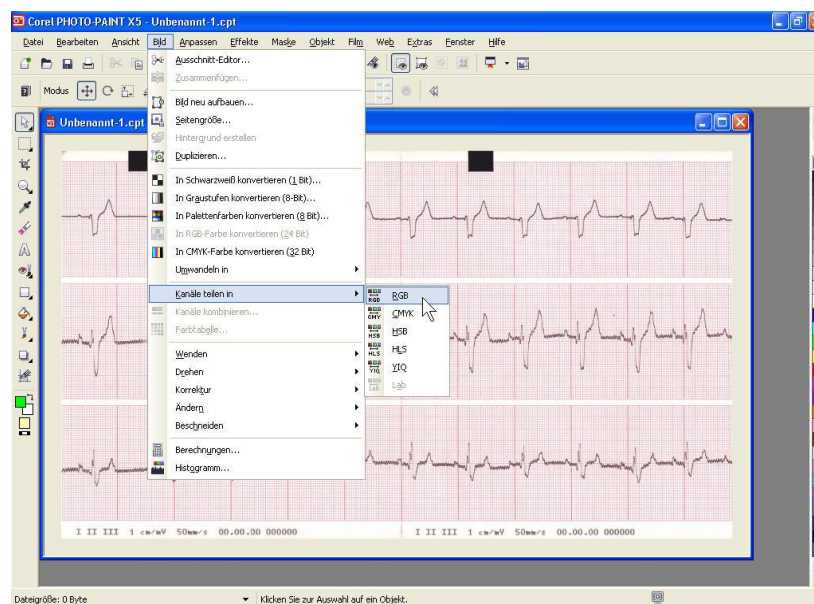


Abb. 8: Eingescanntes Original-EKG zur Trennung der RGB-Kanäle

Es zeigte sich im Farbkanal für Rot schon deutlich, dass der Millimeter-Hintergrund „verblasst“ und nur noch angedeutet zu erkennen war. Das EKG lag jetzt, nach Herausfilterung der Rotanteile, als Graustufen-Bild vor.



Abb. 9a: Alle RGB-Farbkanäle getrennt



Abb. 9b: Kanäle für Rot alleine

Im nächsten Schritt erfolgte über den Befehl „Kontrastverbesserung“ unter der Schaltfläche „Anpassen“ eine weitere, verbesserte Freistellung der EKG-Kurven von den Hintergründen. Es wurde die Kontrastverbesserung entsprechend so gewählt, dass die Hintergründe nahezu weiß und die EKG-Kurven so schwarz und deutlich wie realisierbar dargestellt werden konnten.

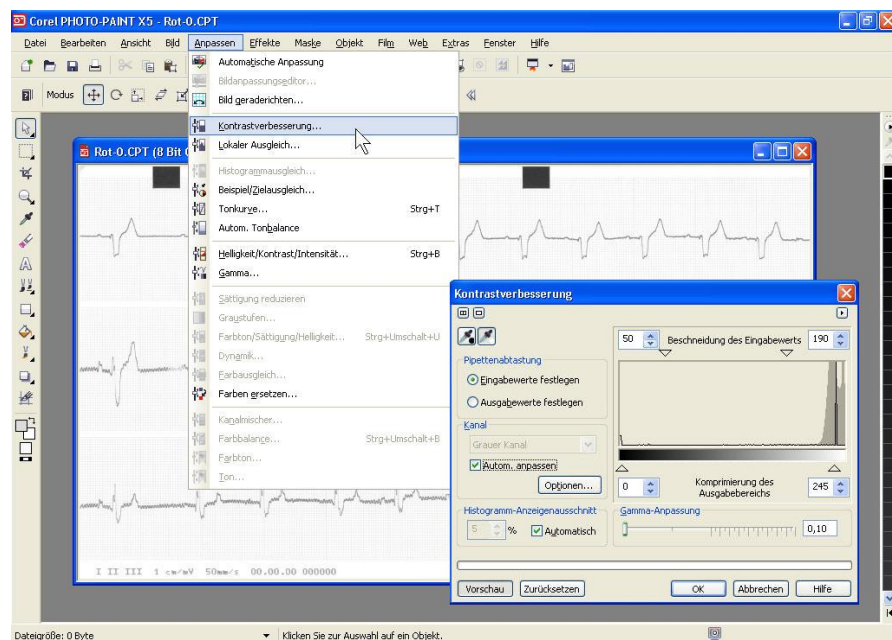


Abb. 10: Freistellung der EKG-Kurve vom Hintergrund über Kontrastverbesserung

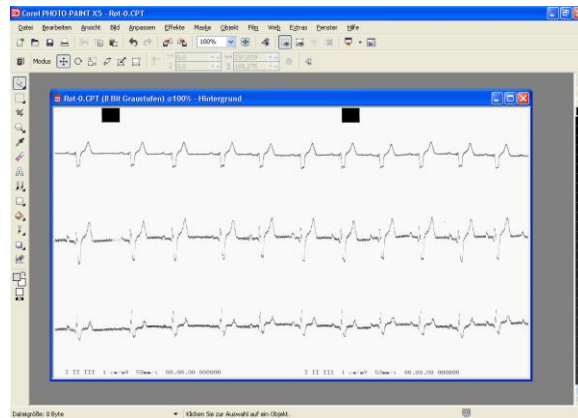


Abb. 11: Freigestellte EKG-Kurve mit nahezu weißem Hintergrund

Alle weiteren Bearbeitungsschritte spielten sich im Vektorgrafikprogramm CorelDRAW® ab. Das bis hierher erstellte Ergebnis aus Corel® PHOTO-PAINT™ wurde durch „kopieren und einfügen“ in CorelDRAW® geöffnet. Hier fand nun die Erstellung einer Vektorgrafik aus der zugrundeliegenden BMP-Datei statt. Über die Schaltfläche „Bitmap vektorisieren“ und der Auswahl „Technische Darstellung“ ließ sich aus den EKG-Kurven in der BMP-Darstellung eine erste Grundversion der vektorisierten Kurven anfertigen.

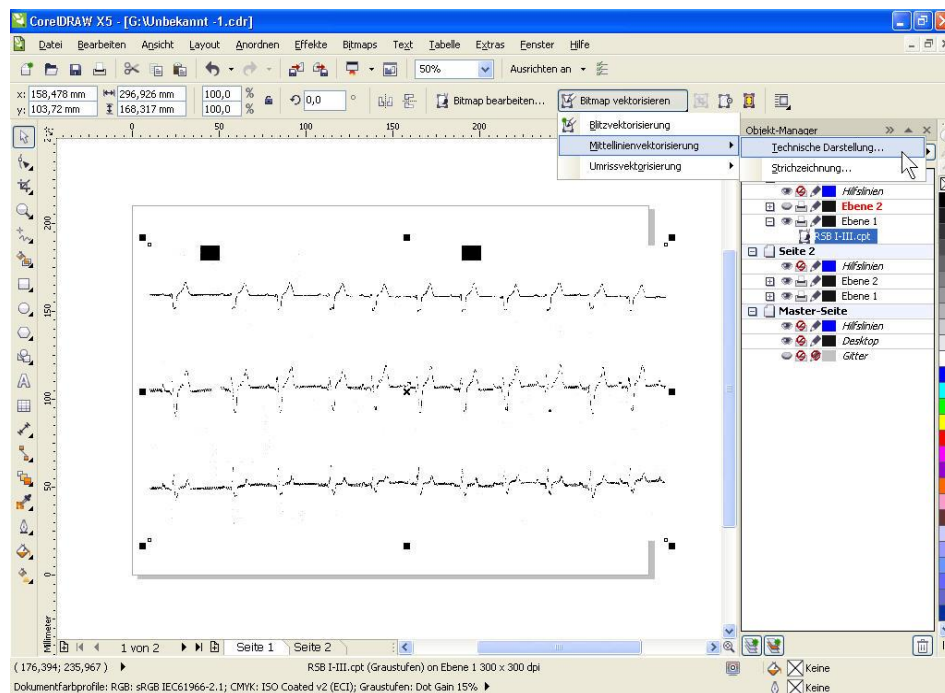


Abb. 12: Bitmap vektorisieren in CorelDRAW®

Es wurde über die Einstellungen „Detail“, „Glättung“ und „Kantenglättung“ unter „Bitmap vektorisieren“ das erste Vektorisierungsergebnis angefertigt. Diese erste Grundversion der vektorisierten Kurven sollte mit möglichst wenig Knoten und Einzelkurven erstellt werden. In dem hier gezeigten Beispiel (Abb. 13) war die Anzahl der Knoten (2721) und der Einzelkurven (414) relativ hoch.

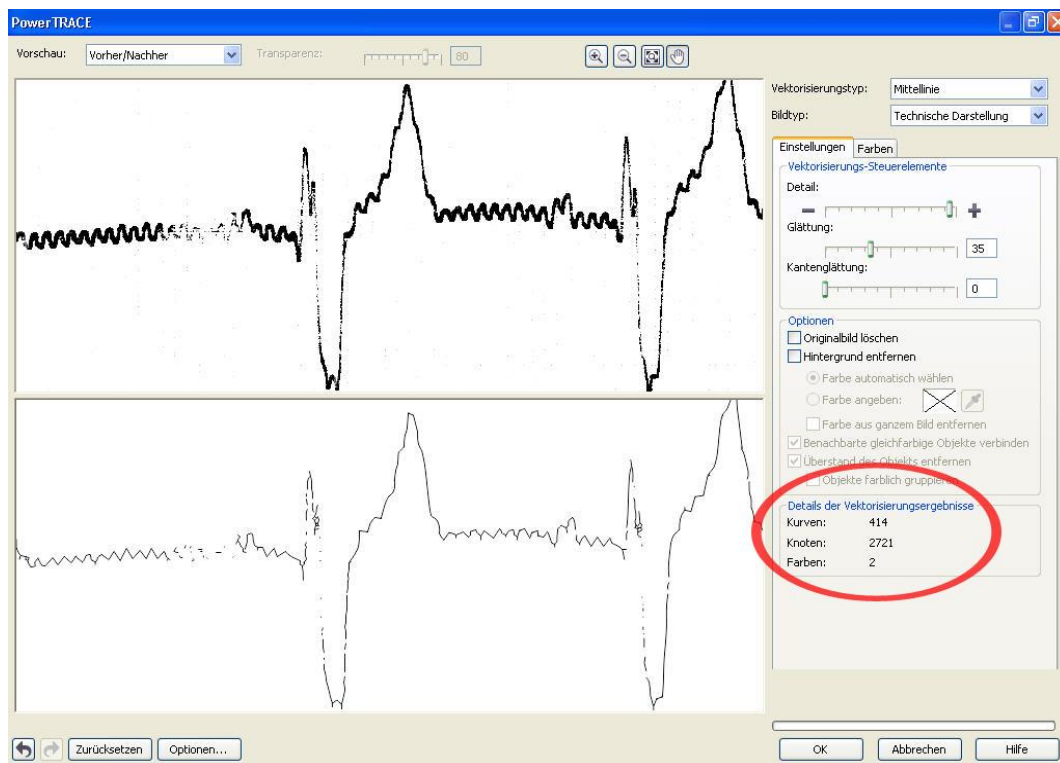


Abb. 13: BMP oben, Vektorisierungsergebnis unten mit zahlreichen Kurven und Knoten

Die große Zahl an Knoten und Einzelkurven wird in diesem Fall durch die starken Wechselstromartefakte in der EKG-Aufzeichnung bedingt. Meist wurden relativ artefaktfreie EKGs verwendet und somit auch die Anzahl der Knoten und Einzelkurven viel kleiner gehalten (siehe Abb. 14, 283 Kurven und 888 Knoten). Wenn Artefakte jedoch zum EKG gehörten, wurden diese in mühevoller Kleinarbeit ebenfalls vektorisiert und dargestellt.

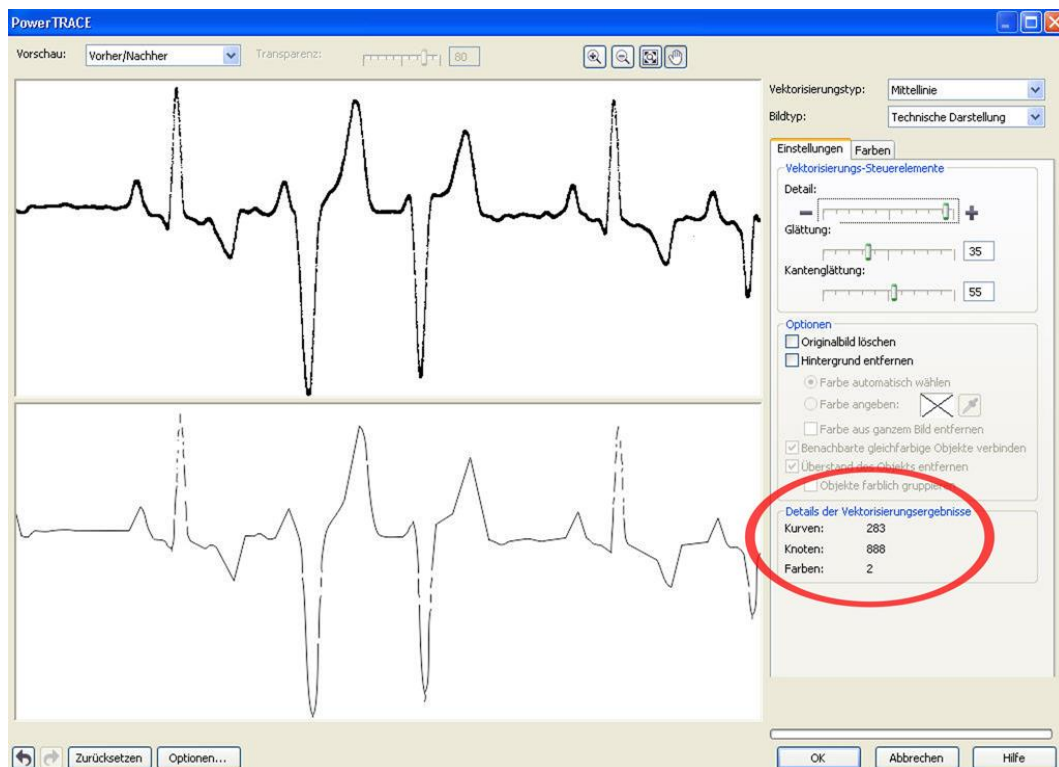


Abb. 14: BMP oben, Vektorisierungsergebnis unten mit relativ wenigen Kurven und Knoten

Nach dem Erstellen der gerade gezeigten Vektorgrafik-Grundversion, die aus zahlreichen Einzelkurven und Knoten bestand, fand die Verfeinerung der EKG-Kurven statt. Es wurde Herzaktion für Herzaktion manuell die Anzahl der Knoten und Einzelkurven durch Verbinden, Glätten, Löschen, Nachzeichnen usw. reduziert und an die darunterliegenden, ursprünglich freigestellten EKG-Kurven angepasst. Diese Feinarbeit nach dem ersten Vektorisieren wurde zu einem großen Teil durch eine studentische Hilfskraft geleistet. So blieben zum Schluss dieser Arbeitsschritte pro EKG-Streifen nur noch drei (bei der Darstellung von Abl. I bis III oder Abl. aVR bis aVF) bzw. sechs (bei der Darstellung von Abl. I bis aVF) „fertige“ in Vektorgrafik abgebildete EKG-Kurven mit relativ wenigen Knoten übrig.

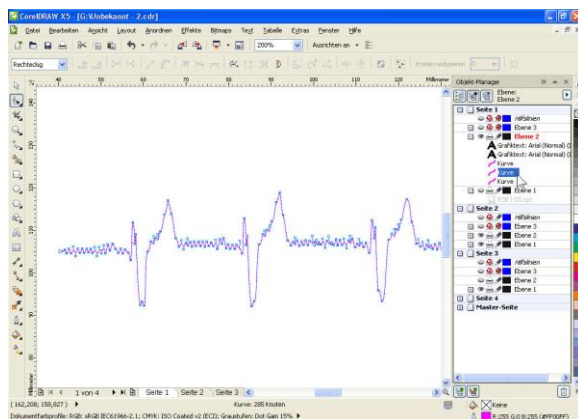


Abb. 15a Verbundene Vektorkurve mit wenigen Knoten (magenta)

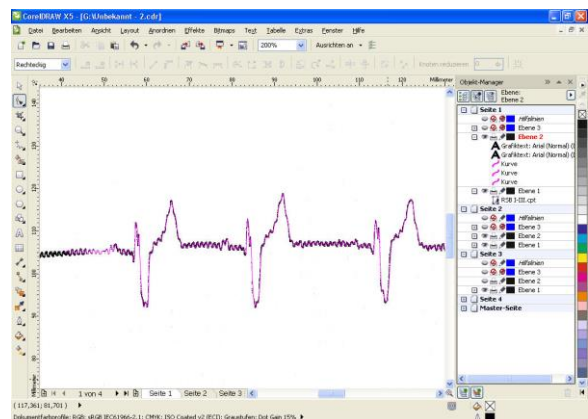


Abb. 15b Vektorkurve (magenta) zusammen mit darunterliegender, freigestellter BMP-EKG-Kurve (schwarz)

Diese durch eine studentische Hilfskraft bearbeiteten Kurven wurden der Verfasserin zur Nachkontrolle und Überarbeitung zurückgegeben.

Die Nachkontrolle und eventuellen Verbesserungen der „fertigen“ nachgezeichneten Kurven erfolgte durch akribisches Vergleichen mit den darunterliegenden JPG- oder BMP-Seiten der eingescannten Original-EKGs. Es wurde darauf geachtet, dass richtig gezeichnet wurde, keine Details vergessen oder aber nicht zu viele störende Artefakte mitübernommen wurden.

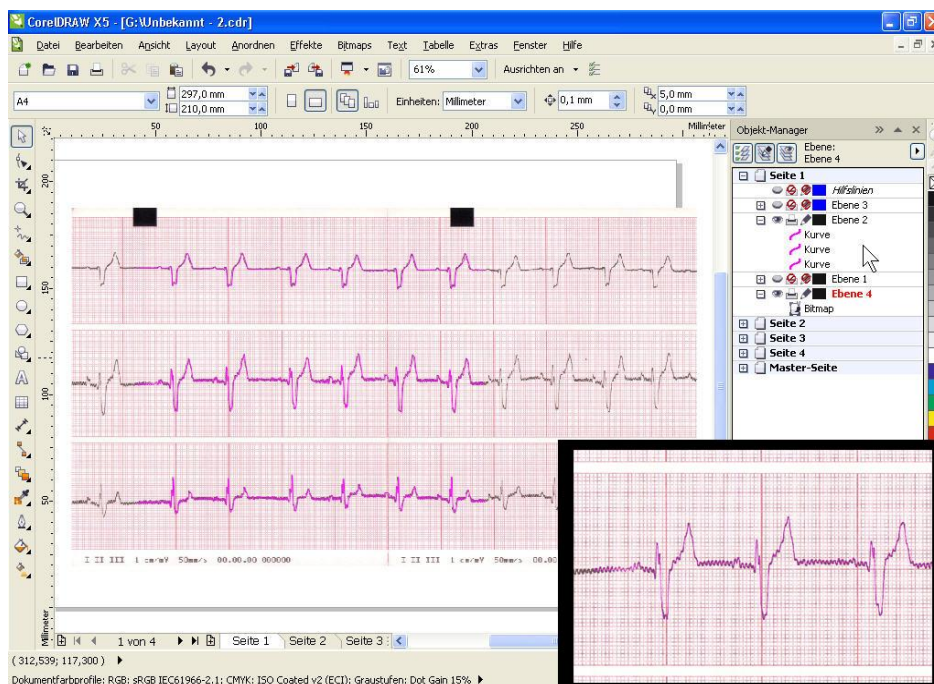


Abb. 16: Kontrolle der nachgezeichneten Kurven anhand des Original-EKGs

Im letzten Schritt wurden die korrigierten Vektor-EKG-Kurven auf einen standardisierten EKG-Hintergrund (siehe 3.2.3.3. und 3.2.3.4.) platziert und entsprechend der ausgemessenen originalen Amplituden- und Streckenwerte durch Skalieren angepasst.

So entstand aus jedem verwendeten analogen Original-EKG-Abschnitt eine vektorisierte identische 1:1 Kopie.

3.2.3.2 Vektorisieren der digitalen EKGs

Bei der Erstellung der vektorisierten Kopie der EKG-Kurven aus den digitalen Aufzeichnungsgeräten wurde ähnlich vorgegangen wie bereits bei den analog aufgezeichneten EKGs beschrieben.

Es beginnt die Verarbeitung hier mit Screenshots der entsprechenden EKG-Abschnitte und naturgemäß nicht mit eingescannten Original-EKGs. Auch wurden die verwendeten Abschnitte ohne Hintergrund ausgegeben, so mussten diese nicht wie bei den analogen EKGs eliminiert werden.

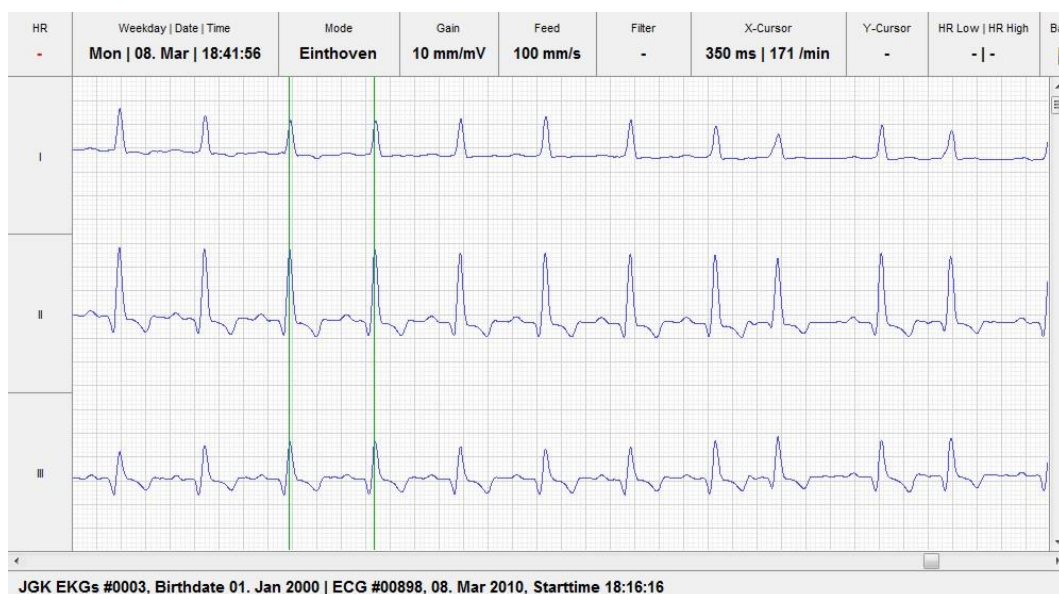


Abb. 17: Digitaler EKG-Abschnitt mit Hintergrund (nur zum Messen verwendet)



Abb. 18: Digitaler EKG-Abschnitt ohne Hintergrund (zur Weiterverarbeitung)

Die hintergrundfreien Screenshots wurden nach Erstellung zunächst in Corel® PHOTO-PAINT™ beschnitten, so dass lediglich der weiße Hintergrund und die EKG-Kurven übrig blieben. Die blaue Farbe wurde in schwarz geändert, verstärkt und anschließend in CorelDRAW® zur Weiterbearbeitung importiert. Alle weiteren Schritte sind mit den zuvor bei der Vektorisierung der analogen EKGs beschriebenen Abläufen identisch.

3.2.3.3 Erstellung der einheitlichen Hintergründe

Um die Verschiedenartigkeit der EKGs aus den unterschiedlichen EKG-Aufzeichnungssystemen zu vereinheitlichen, wurden neben den EKG-Kurven auch die Hintergründe neu und einheitlich gestaltet. Für alle Kurzzeit-Ruhe-EKGs mit standardisierter Elektrodenlage kam die BMP-Datei eines eingescannten rosa EKG-Hintergrundpapiers zum Einsatz.

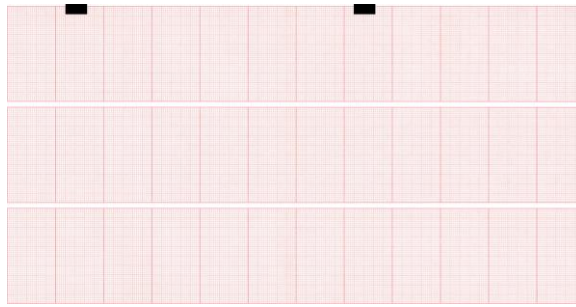


Abb. 19: Eingescanntes rosa EKG-Papier,
Hintergrund für die Ruhe-EKGs

Um die Langzeit- und Belastungs-EKGs mit nicht standardisierten Elektrodenlagen auf einen Blick von den Kurzzeit-Ruhe-EKGs zu unterscheiden, wurde in CorelDRAW® ein digitaler Hintergrund in der Farbe Lila in 1:1 Maßstab gezeichnet.

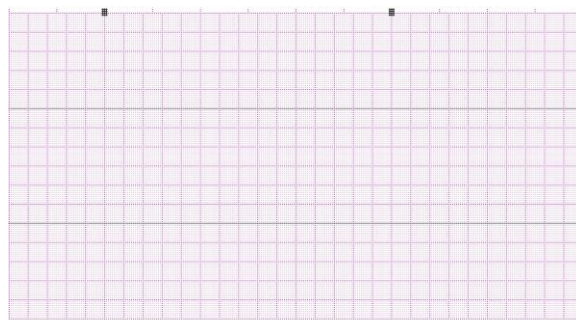


Abb. 20: Digital erstellter lila EKG-Hintergrund für
die Langzeit- und Belastungs-EKGs

3.2.3.4 Variationen der vereinheitlichten Hintergründe

Im beiliegenden Übungsbuch kommen verschiedene Darstellungsvarianten der vereinheitlichten Hintergründe zum Einsatz (siehe 4.2.2). Die Erstellung dieser Varianten erfolgte in Corel® PHOTO-PAINT™ und CorelDRAW®. So wurden Zuschnitte in Corel® PHOTO-PAINT™ angefertigt und mit den Funktionen und Werkzeugen „Text“ (F8) und „Rechteck“ (F6) in CorelDRAW® beschriftet und unterteilt.

3.2.3.5 Beschriftungen in den Auflösungen

Die EKGs wurden für die Auflösungen im Übungsbuch anschaulich beschriftet. Zum Einsatz kamen hierfür verschiedene Funktionen in CorelDRAW®. Es wurden Texte, einzelne Buchstaben und Zahlen mit der bereits beschriebenen Funktion „Text“ (F8) hinzugefügt und über das Werkzeug „2-Punkt-Linie“ Linien und Pfeile eingezeichnet.

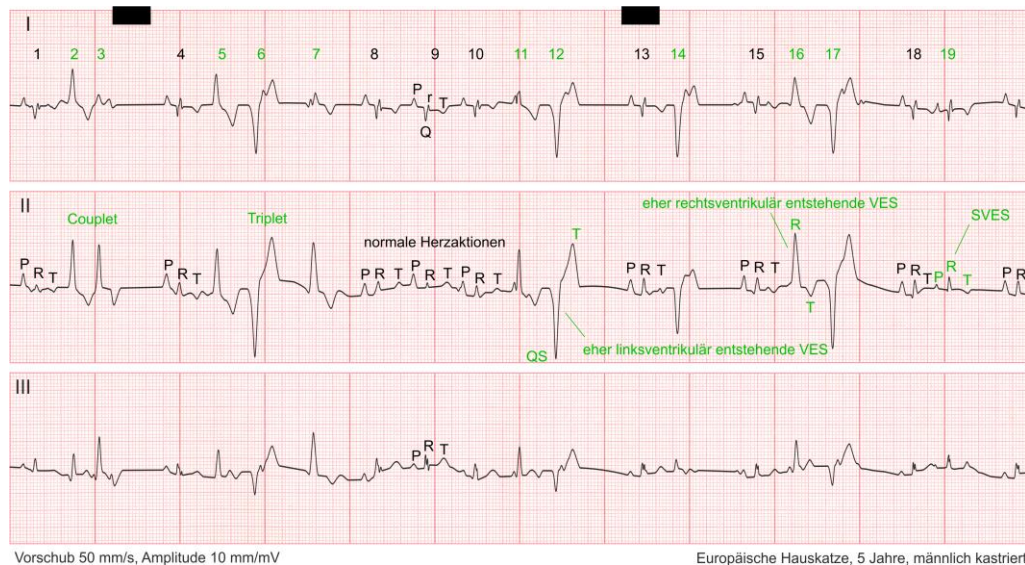


Abb. 21: Beschriftung in und unter einem EKG, Präsentationsform in der Auflösung

Zur Darstellung der mittleren elektrischen Herzachse wurde ein Cabrerakreis mit Hilfe verschiedener Werkzeuge in CorelDRAW® entworfen und jeweils die Herzachse eingezeichnet und gemessen, falls nach einer Herzachse gefragt wurde.

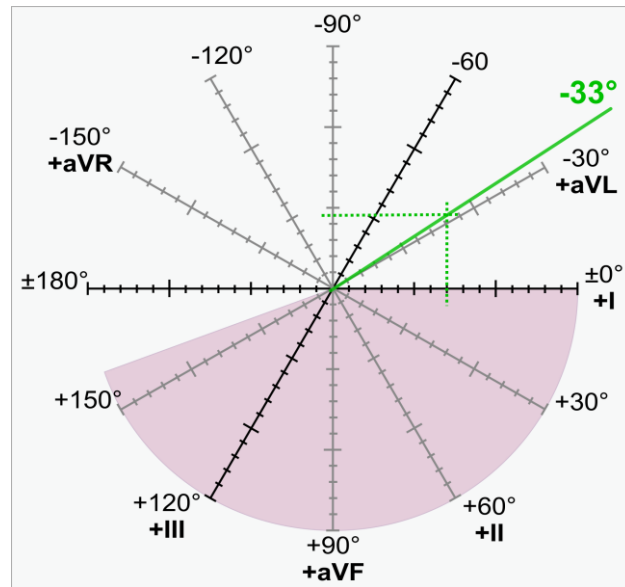


Abb. 22: Cabrerakreis mit Normbereich für Katze (rosa) und eingezeichnetem überdrehtem Linkstyp von -33°

3.2.4 Evaluation des Übungsbuches

Zur Evaluation des vorliegenden Übungsbuches „EKG-Übungsbuch mit Fällen aus der Praxis“ wurden 50 Veterinärmedizinstudenten/-innen des fünften Semesters der Ludwig Maximilians Universität in 2 Gruppen rekrutiert. Gruppe 1 bestand aus 20 Studierenden, die als unerfahrene Anfänger einzustufen waren. Ihr Wissen über das EKG beschränkte sich bis zum damaligen Zeitpunkt auf die im Rahmen des vorklinischen Studiums oder zuvor erworbenen Kenntnisse. Die 30 Studierenden der Gruppe 2 besaßen etwas mehr Erfahrung beim Lesen von EKGs, da sie zum Zeitpunkt der Evaluation an einem EKG-Wahlpflichtkurs (eine halbe Semesterwochenstunde) teilnahmen.

Folgendes Lernmaterial wurde den einzelnen Gruppen zur Verfügung gestellt und im Rahmen einer Vorlesung an die Studierenden ausgeteilt:

Beide Gruppen erhielten Kopien aus dem vorliegenden Übungsbuch. Die Kopien umfassten Seiten sowohl aus dem allgemeinen Teil („Die EKG-Kurve und ihre Auswertung“) als auch aus dem speziellen Teil (EKG-Fallbesprechungen). Dabei

erhielten sie jeweils die Hälfte der Unterlagen mit den im Übungsbuch verwendeten Auflösungen oder ausführlich ausgearbeiteten Lösungswegen („worked examples“) und die andere Hälfte ohne die vorgefertigten Auflösungen und Lösungswege. Die Studierenden konnten sich mit dem erhaltenen Material eine Woche auseinandersetzen. Es blieb ihnen freigestellt auch weiterführende Literatur zu verwenden, allerdings erfolgte keine Literaturempfehlung.

Gruppe 1:

Allgemeiner Teil:

- Kapitel 1.5 ST-Strecken Seite 10 und 11 (Schema-EKGs mit unterschiedlichen ST-Strecken) ohne Auflösung von Seite 12
- Kapitel 1.6 T-Welle mit Seiten 12 bis 14 mit Auflösung von Seite 14

Spezieller Teil:

- 2 Katzenfälle: Fall 2.9 nur die ersten beiden Seiten, ohne Auflösung
 Fall 2.10 alle vier Seiten des Falles mit Auflösung
- 2 Hundefälle: Fall 1.10 nur die ersten beiden Seiten, ohne Auflösung
 Fall 1.9 alle vier Seiten des Falles mit Auflösung

Gruppe 2:

Diese Gruppe erhielt dasselbe Material wie Gruppe 1 und zusätzlich je eine Kopie mit und ohne Lösungsweg aus dem allgemeinen und dem speziellen Teil des Buches:

Allgemeiner Teil:

- 2.1 Rhythmusbestimmung Hund Seite 16 und 17 ohne Auflösung von Seite 18
- 3.1 Frequenzbestimmung Hund Seiten 20 bis 22 mit Auflösung von Seite 22

Spezieller Teil:

- 2 Hundefälle: Fall 1.15 nur die ersten beiden Seiten, ohne Auflösung
 Fall 1.3 alle vier Seiten des Falles mit Auflösung

Anhand eines Fragebogens wurde eine Woche später das vorhandene und erworbene EKG-Fachwissen abgefragt. Innerhalb einer jeden Gruppe wurden die Resultate der Fragen zu den Materialien ohne Auflösungen oder Lösungswege („worked examples“) denen mit Auflösungen oder mit ausführlich ausgearbeiteten Lösungswegen („worked examples“) gegenübergestellt. Zudem wurden die beiden Gruppen miteinander verglichen. Weiterhin sollten die Studierenden ihre subjektiven Eindrücke von und Zufriedenheit mit dem jeweils erhaltenen Material wiedergeben.

Die zu erreichende Maximalpunktzahl für Fragen zum Material ohne sowie mit Auflösung oder ausgearbeiteten Lösungswegen („worked examples“) war, innerhalb der jeweiligen Gruppe, exakt dieselbe.

Die zu beantwortenden Fragen sowie die Punkteverteilung sind dem Anhang zu entnehmen.

Die Auswertung erfolgte als deskriptive Statistik mit arithmetischem Mittel und Standardfehler des Mittelwertes. Es wurden Student-T-Tests für gepaarte Gruppen und unabhängige Gruppen vorgenommen. Das Signifikanzniveau lag bei 0,05 ($p < 0,05$). Verglichen betrachtet wurden die zwei obengenannten Gruppen sowie Fragen zu Lernmaterialien mit und ohne Lösungen hinsichtlich:

1. der Mittelwerte der erreichten Punktzahlen bei Aufgaben mit und ohne Lösungen in der Lernmaterialien,
2. der Mittelwerte der korrekten Antworten bei Aufgaben mit und ohne Lösungen in der Lernmaterialien,
3. der Mittelwerte der prozentualen Verbesserung durch die Bereitstellung von Lernmaterial mit Lösungen.

Die Studierenden erhielten die Lernmaterialien zum allgemeinen und speziellen Teil zu unterschiedlichen Zeitpunkten und wurden so auch in zwei Fragebögen getrennt befragt.

Bei der statistischen Auswertung ergibt sich somit in Gruppe 1 eine insgesamt Häufigkeit (n) von 40 beantworteten Fragebögen (20 Studierende beantworteten Fragen zum allgemeinen Teil und 20 Studierende beantworteten Fragen zum speziellen Teil). Zusammenfassend ergibt sich $n=40$ aus der Anzahl der ausgewertete Fragebögen von 20 Studierenden.

Für die Gruppe 2 ergab sich eine insgesamt Häufigkeit (n) von 51 beantworteten Fragebögen (30 Studierende beantworteten Fragen zum allgemeinen Teil und 21 Studierende beantworteten Fragen zum speziellen Teil). Somit ergibt sich $n=51$ aus der Anzahl der ausgewertete Fragebögen von 30 Studierenden.

4 Ergebnisse

4.1 EKG-Übungsbuch mit Fällen aus der Praxis

Bei dem Buch „EKG-Übungsbuch mit Fällen aus der Praxis“ handelt es sich um eine fallbasierte EKG-Lernüberprüfung in Kombination mit Lernen aus Lösungsbeispielen. Es soll zum einen als Beigabe das multimediale Lernprogramm von WEIGEL-OSSIANDER (2015) erweitern und zum anderen auch als eigenständiges Übungsbuch verwendet werden. Es besteht im ersten Abschnitt aus einem überschaubar gehaltenen allgemeinen Teil zum Thema EKG, „Die EKG-Kurve und ihre Auswertung“. Dieser wird in Form von Übungsfragen, Original- und Schema-EKGs sowie Aufgabenaufösungen dargeboten. Bei den Original-EKGs handelt es sich um in Originalgröße abgebildete, vektorisierte EKGs (siehe 3.2.3) und bei den Schema-EKGs um in CorelDRAW® erstellte Graphiken von WEIGEL-OSSIANDER (2015). Im zweiten Abschnitt, dem speziellen Teil „EKG-Fallbesprechungen“, werden Original-EKGs von verschiedenen Hunden und Katzen als Übungsfälle zum Durcharbeiten vorgelegt und im Anschluss daran die Übungsfragen Schritt für Schritt anschaulich aufgelöst und erläutert.

So richtet sich das Buch einerseits durch die Beigabe zur multimedialen Lern-CD an Studierende sowie Tierärztinnen und Tierärzte mit einem gewissen Grundwissen im Bereich der EKG-Beurteilung. Sie können anhand der Übungsfragen ihren Wissensstand selbst überprüfen und durch die Art der dargebotenen Aufgabenaufösungen ihre Kenntnisse vertiefen und erweitern. Andererseits kann das Buch aber auch durch die ausführliche Ausarbeitung der Antworten von Neulingen auf dem Gebiet der EKG-Interpretation verwendet werden. Sie können durch Studieren der Auflösungen wichtige, sowohl inhaltliche als auch strukturelle Aspekte und bewährte Schemata zur Beurteilung eines EKGs erlernen.

Schwerpunktmäßig werden fortwährend erst Übungsfragen zu einem nebenstehenden EKG gestellt und im Anschluss daran die Auflösungen erörtert. Die Elektrokardiogramme sind, sofern es sich nicht um Schema-EKGs im allgemeinen

Teil handelt, in Originalgröße abgebildet. Dabei werden stets die Einthoven- und bedarfsweise zusätzlich auch die Goldbergerableitungen abgedruckt. Im allgemeinen Teil kommen wie bereits dargelegt auch gezeichnete Schema-EKGs aus der Dissertation von WEIGEL-OSSIANDER (2015) zum Einsatz.

Das Buch umfasst insgesamt 157 Seiten mit 51 Original-EKGs von 18 Katzen und 33 Hunden sowie 15 unterschiedliche Schema-EKGs. Im allgemeinen Teil „Die EKG-Kurve und ihre Auswertung“ fanden davon 20 EKGs von 7 Katzen und 13 Hunden sowie im speziellen Teil „EKG-Fallbesprechungen“ 31 EKGs von 11 Katzen und 20 Hunden Verwendung.

4.1.1 Inhaltliche Übersicht des Buches

Der Inhalt des Buches ist in zwei große Hauptkapitel sowie weitere Unterkapitel gegliedert.

❖ <u>Die EKG-Kurve und ihre Auswertung (Hauptkapitel)</u>	Seite
1 EKG-Kurve (Unterkapitel)	
1.1 EKG-Kurve des Hundes (Unter-Unterkapitel)	2 - 4
1.2 EKG-Kurve der Katze	4 - 6
1.3 Benennung der Amplituden	6 - 8
1.4 Benennung der Strecken und Intervalle	8 - 10
1.5 ST-Strecken	10 - 12
1.6 T-Welle	12 - 14
1.7 Ungewöhnliche EKG-Kurven bei drei Hunden	14 - 16
2 Rhythmusbestimmung	
2.1 Rhythmusbestimmung Hund	16 - 18

2.2 Rhythmusbestimmung Katze	18 - 20
3 Frequenzbestimmung	
3.1 Frequenzbestimmung Hund	20 - 22
3.2 Frequenzbestimmung Katze	22 - 24
4 Amplituden- und Streckenmessung	
4.1 Amplitudenmessung	24 - 26
4.2 Streckenmessung	26 - 28
5 Herzachsenbestimmung	
5.1 Einfache Einschätzungsmethoden	28 - 30
5.2 Messung der Herzachse	30 - 32
6 Checkliste zur EKG-Auswertung	33
❖ <u>EKG-Fallbesprechungen (Hauptkapitel)</u>	Seite
1 Hunde (<i>Unterkapitel</i>)	
• Atriale Rhythmusstörungen (Fall 1.1 bis 1.7)	36 - 63
• Überleitungsstörungen (Fall 1.8 bis 1.13)	64 - 87

- Ventrikuläre Rhythmusstörungen 88 - 115
(Fall 1.14 bis 1.20)

2 Katzen

- Morphologie 118 - 133
(Fall 2.1 bis 2.4)
- Arrhythmien 133 - 157
(Fall 2.5 bis 2.10)

4.1.2 Aufbau und ausführliche Inhaltsbeschreibung des Kapitels „Die EKG-Kurve und ihre Auswertung“

Einleitend wird auf den ersten 33 Seiten des Buches Grundlegendes zur EKG-Auswertung behandelt. Es werden stets zuerst Aufgaben gestellt, die anhand eines nebenan abgebildeten EKGs zu beantworten sind. Nach dem Umblättern finden sich auf der Rückseite die entsprechenden Lösungen zu den Aufgaben. Die Größe des querformatigen Buches beträgt 34,3 cm x 24,5 cm. Es werden 1 oder 2 Übungsaufgaben pro Thema/Seite gestellt. Der Aufgabenstellung stehen $\frac{2}{5}$, der Auflösung $\frac{3}{5}$ einer Seite zur Verfügung. Das EKG wird auf einer ganzen Seite präsentiert. Die Aufgabenstellung nimmt die rechten $\frac{2}{5}$ einer Seite ein, während die linken $\frac{3}{5}$ der Seite die Auflösung der vorangegangenen Aufgabe zeigen. Die Auflösungs-/Aufgabenseite findet sich im Buch immer links. Die Seite rechts daneben steht ganzseitig dem EKG in Originalgröße zur Verfügung. Die Rückseite (wieder links im Buch) zeigt in den linken $\frac{3}{5}$ die Auflösung und wiederum in den rechten $\frac{2}{5}$ der Seite finden sich die neuen, weiterführenden Aufgabenstellungen.

1 EKG-Kurve (S. 2 - 16)

Von Seite zwei bis sechzehn werden die verschiedenen Anteile, die bei jeder normalen Herzaktion zu finden sind, aufgezeigt.

1.1 EKG-Kurve des Hundes (S. 2 - 4) und 1.2 EKG-Kurve der Katze (S. 4 - 6)

Übungen:	2 Aufgaben beim Hund 2 Aufgaben bei der Katze
EKG-Präsentationsform:	je 1 Original-EKG, Einthoven- und Goldbergerableitungen nebeneinander
Lösungen:	1 Schema-EKG mit einer Herzaktion, Ableitung II Einthoven, beschriftet + Text unter der Abbildung

Begonnen wird mit der Aufforderung zur Beschriftung einer Herzaktion in Ableitung II nach Einthoven und der Abfrage der EKG-Referenzwerte. Dies wird sowohl beim Hund (1.1) als auch bei der Katze (1.2) vorgenommen. Bei den zu beschriftenden EKGs handelt es sich um Original-EKGs. Die Lösungsdarstellungen erfolgen jeweils anhand einer gezeichneten Herzaktion in Form eines Schema-EKGs, in welcher die Beschriftung gezeigt wird. Unter der Abbildung finden sich in Tabellenform aufgeführt die EKG-Referenzwerte.

1.3 Benennung der Amplituden (S. 6 - 8)

Übungen:	1 Aufgabe
EKG-Präsentationsform:	6 Schema-EKGs, je eine einzelne Herzaktion der Einthoven- und Goldbergerableitungen
Lösungen:	6 Schema-EKGs wie zuvor, beschriftet + Text unter der Abbildung

Es wird die Beschriftung der Ausschläge in den abgebildeten Herzaktionen verlangt. Gezeigt ist jeweils eine einzelne Herzaktion aller drei Ableitungen nach Einthoven sowie Goldberger als schematisch gezeichnete Kurve. In der Lösung werden Buchstaben im Schema-EKG eingezeichnet und unterhalb der Abbildungen in einer Tabelle erklärt.

1.4 Benennung der Strecken und Intervalle (S. 8 - 10)

Übungen:	1 Aufgabe
EKG-Präsentationsform:	6 Schema-EKGs, je eine einzelne Herzaktion der Einthoven- und Goldbergerableitungen
Lösungen:	6 Schema-EKGs wie zuvor, beschriftet + Text unter der Abbildung

Gefragt wird nach der Beschriftung der Strecken und Intervalle in den folgenden EKG-Kurven. Es handelt sich um die gleichen Schema-EKG-Kurven wie in der Aufgabe zuvor. Bei der Lösung werden die Strecken und Intervalle mit Linien markiert und beziffert. Die Ziffern werden unter den Abbildungen tabellarisch erläutert.

1.5 ST-Strecken (S. 10 - 12)

Übungen:	2 Aufgaben
EKG-Präsentationsform:	7 Schema-EKGs, je eine einzelne Herzaktion aus Ableitung II nach Einthoven, verschiedene ST-Strecken
Lösungen:	7 Schema-EKGs wie zuvor, beschriftet + Text unter der Abbildung

Hier sollen unterschiedliche Arten von ST-Strecken erkannt werden. Abgebildet sind sieben einzelne Herzaktionen der Ableitung II nach Einthoven mit verschiedenen ST-Streckenverläufen. Es handelt sich um Schema-EKGs. Zur Auflösung werden die gleichen Kurven verwendet, in diesen die ST-Strecken mit Linien aufgezeigt und nummeriert. Unter den Abbildungen werden die Bedeutungen zu den einzelnen Ziffern geschildert. Zu erkennen galt es eine aszendierende und deszendierende ST-Strecke, horizontale, aszendierende und deszendierende ST-Streckensenkung sowie horizontale und deszendierende ST-Streckenhebung.

1.6 T-Welle (S. 12 - 14)

Übungen:	2 Aufgaben
EKG-Präsentationsform:	1 Original-Langzeit-EKG, Ableitungen nach Einthoven
Lösungen:	1 Original-Langzeit-EKG, nur Ableitung II Einthoven, beschriftet + Text unter der Abbildung

In diesem Teil wird nach den Amplituden des nebenstehenden EKGs gefragt unter besonderer Beachtung der T-Wellen. Das EKG zeigt einen Ausschnitt aus dem Original-Langzeit-EKG eines Hundes mit Wechsel der Ausrichtung der T-Wellen von diskordant nach konkordant. In der Auflösung sind die entsprechenden T-Wellen grün dargestellt und zusätzlich durch einen Text unter der Abbildung erklärt.

1.7 Ungewöhnliche EKG-Kurven bei drei Hunden (S. 14 - 16)

Übungen:	2 Aufgaben
EKG-Präsentationsform:	3 Original-EKGs von 3 Hunden, nur Ableitungen II nach Einthoven
Lösungen:	3 Original-EKGs wie zuvor, beschriftet

+ Text unter der Abbildung

Dieser Abschnitt präsentiert drei verschiedene, eigens ausgewählte EKG-Ausschnitte mit pathologischen Befunden von drei unterschiedlichen Hunden. Gefragt wird nach der Beschriftung der EKG-Kurven und nach den Auffälligkeiten. Abgebildet ist jeweils die Ableitung II nach Einthoven von drei verschiedenen Hunden im Original-EKG. Zur Lösung wurden diese drei EKGs beschriftet und dadurch die entsprechenden Veränderungen aufgezeigt. Ein kurzer Text zu jedem EKG gibt in ein paar Sätzen die gefundenen Veränderungen und deren mögliche Ursachen wieder.

2 Rhythmusbestimmung (S. 16 - 20)

2.1 Rhythmusbestimmung Hund (S. 16 - 18) und 2.2 Rhythmusbestimmung Katze (S. 18 - 20)

Übungen:	2 Aufgaben beim Hund 1 Aufgabe bei der Katze
EKG-Präsentationsform:	3 Original-EKGs von 3 Hunden bzw. 3 Katzen, nur Ableitungen II nach Einthoven
Lösungen:	3 Original-EKGs wie zuvor, beschriftet + Text unter der Abbildung

Aufgefordert wird zur Rhythmusbestimmung in den nebenstehenden EKGs und zur Verwendung verschiedener Bestimmungsmethoden. Aus drei unterschiedlichen EKGs von drei Hunden und drei Katzen werden nur die Ableitung II in Form von Original-EKGs dargeboten. In der Auflösung sind diese EKG-Abschnitte zur Veranschaulichung der unterschiedlichen Herzrhythmen mit Linien und Text versehen worden. Weiterhin besprechen kurze Texte unter der Abbildung die identifizierten Rhythmen der einzelnen Tiere und listen die möglichen Bestimmungsmethoden auf.

3 Frequenzbestimmung (S. 20 - 24)

3.1 Frequenzbestimmung Hund (S. 20 - 22) und 3.2 Frequenzbestimmung Katze (S. 22 - 24)

Übungen:	3 Aufgaben beim Hund 2 Aufgaben bei der Katze
EKG-Präsentationsform:	3 Original-Langzeit-EKGs von 1 Hund und 1 Katze, zu verschiedenen Zeiten, nur Ableitungen II nach Einthoven
Lösungen:	3 Original-Langzeit-EKGs wie zuvor, beschriftet + Text unter der Abbildung

Gefragt ist nach Methoden der Herzfrequenzbestimmung und nach den Herzfrequenzen, die sich mittels der verschiedenen Methoden evaluieren lassen sowie nach den Referenzwerten. Auszuführen ist das ganze anhand von Ausschnitten aus dem Original-Langzeit-EKG eines Hundes und einer Katze. Es handelt sich um jeweils drei Ausschnitte, einen im Schlaf, einen in Ruhe und einen unter Belastung. Die Lösung zeigt die unterschiedlichen Methoden, in dem sie in die EKG-Ausschnitte eingezeichnet werden (EKG-Lineal, Kästchen auszählen, schwarze Markierungen auf dem EKG-Papier). Die Referenzwerte finden sich tabellarisch unter den Abbildungen.

4 Amplituden- und Streckenmessung (S. 24 - 28)

4.1 Amplitudenmessung (S. 24 - 26) und 4.2 Streckenmessung (S. 26 - 28)

Übungen:	2 Aufgaben bei Amplitudenmessung 2 Aufgaben bei Streckenmessung
EKG-Präsentationsform:	jeweils 2 Original-EKGs von 2 Hunden und 2 Katzen, nur Ableitung II nach Einthoven

Lösungen: jeweils 2 vergrößerte Ausschnitte mit einer Herzaktion aus den Original-EKGs wie zuvor, beschriftet
+ Text unter der Abbildung

Hier werden die Anweisungen gegeben, die Amplituden (4.1) bzw. die Strecken (4.2) in den abgebildeten EKGs zu messen. Bei den zwei dargestellten EKGs handelt es sich jeweils um die Ableitung II von zwei verschiedenen Tieren, gezeigt als Original-EKG. Als Auflösung wird eine Herzaktion samt EKG-Papier herausvergrößert dargestellt und mit den gemessenen Werten beschriftet. Eine Tabelle unter den Abbildungen fasst noch einmal alle Werte zusammen. Es handelt sich jeweils um ein Tier mit normalen und ein Tier mit veränderten Messwerten.

5 Herzachsenbestimmung (S. 28 - 32)

5.1 Einfache Einschätzungsmethoden (S. 28 - 30)

Übungen: 2 Aufgaben

EKG-Präsentationsform: 1 Original-EKG, Einthoven- und Goldbergerableitungen untereinander

Lösungen: 1 Original-EKG wie zuvor, beschriftet
+ Text unter der Abbildung

Es werden die Aufgaben gestellt, die mittlere elektrische Herzachse mittels verschiedener Methoden zu schätzen und einzuordnen, ob sie im Referenzbereich liegt. Zur Bearbeitung findet sich ein Original-EKG mit allen Einthoven- und Goldbergerableitungen, welche zeitgleich registriert und somit untereinander aufgezeichnet worden sind. Für die Lösung wird das EKG in drei Abschnitte unterteilt, auf denen jeweils eine Methode zur Einschätzung der Herzachse graphisch dargestellt ist, 1. die sog. Eyeballmethode, 2. das Aufsuchen des höchsten

Nettoausschlages und 3. das Aufsuchen der isoelektrischen Ableitung. Unter der beschrifteten Abbildung des EKGs wird die Lösung weiterhin schriftlich erörtert.

5.2 Messung der Herzachse (S. 30 - 32)

Übungen:	2 Aufgaben
EKG-Präsentationsform:	1 Original-EKG, Einthoven- und Goldbergerableitungen untereinander
Lösungen:	1 Ausschnitt aus dem Original-EKG wie zuvor, beschriftet + Text neben und unter der Abbildung

Die letzten Aufgaben des allgemeinen, einführenden Teils befassen sich mit der Messung der mittleren elektrischen Herzachse. Es wird aufgefordert, die Amplituden zu messen, den Nettoausschlag zu errechnen und in den Cabrera-Kreis einzutragen. Bei dem zu messenden EKG handelt es sich ebenfalls um ein Original-EKG mit allen Ableitungen nach Einthoven und Goldberger, welche untereinander aufgezeichnet worden sind. Zur Lösung wird ein Ausschnitt des zu bearbeitenden EKGs gezeigt, auf dem die Werte der jeweils gemessenen Amplituden und die errechneten Nettoausschläge eingeschrieben sind. Weiterhin wird ein Cabrera-Kreis mit eingezeichneter Herzachse gezeigt und zusätzlich das ganze Verfahren ausführlich in einem Text erläutert.

6 Checkliste zur EKG-Auswertung (S. 33)

Die letzte Seite des Teils „Die EKG-Kurve und ihre Auswertung“ zeigt stichpunktartig einige bewährte Tipps und Tricks zur systematischen EKG-Interpretation.

4.1.3 Aufbau und Inhalt des Kapitels „EKG-Fallbesprechungen“

Im Anschluss an das bisher besprochene, einführende Kapitel findet sich der weiterführende zweite Teil mit den EKG-Fallbesprechungen. Dieser zweite und mit 120 Seiten umfangreichere Part des Buches widmet sich dem Üben der EKG-Interpretation an 30 unterschiedlichen EKG-Fällen. Dabei handelt es sich um 20 Fälle von Hunden und 10 Fälle von Katzen. Es stehen wieder zunächst die Aufgabenstellungen im Vordergrund welche anhand eines abgebildeten EKGs zu bearbeiten sind. Nach dem Umblättern finden sich im Anschluss daran die entsprechenden Lösungen zu den Aufgaben. Jeder Fall wird auf vier Seiten abgehandelt.

- Die erste Seite ist in drei gleichgroße Spalten unterteilt. Hier finden sich neben den Aufgabestellungen (zu jedem Fall zwischen 3 bis 7 Aufgaben) zusätzliche Informationen wie Patientendaten, Anamnese sowie die Ergebnisse der allgemeinen und speziellen Untersuchungen.
- Die zweite Seite, welche im Buch immer rechts neben der ersten zu finden ist, zeigt das auszuwertende Original-EKG in Originalgröße.
- Die dritte Seite, auf der Rückseite des Original-EKGs, ist ebenfalls in drei gleichgroße Spalten eingeteilt. Die Lösungen zu den auf der ersten Seite gestellten Aufgaben werden in den Spalten systematisch schriftlich dargelegt.
- Die vierte und letzte Seite zeigt ebenfalls die Lösungen zu den Aufgaben, jedoch in Form einer kurzen Tabelle, einer beschrifteten Abbildung und einer stichpunktartigen Zusammenfassung der EKG-Befunde.

Die ersten 20 Fälle basieren auf EKGs von Hunden, sie sind systematisch gelistet und behandeln schwerpunktmäßig folgende EKG-Veränderungen:

Atriale Rhythmusstörungen

- Fall 1.1: Einzelne supraventrikuläre Extrasystolen

- Fall 1.2: Zahlreiche supraventrikuläre Extrasystolen, supraventrikuläre Couplets und paroxysmale atriale Tachykardie
- Fall 1.3: Atriale Tachykardie mit AV-Block 1. Grades
- Fall 1.4: Vorhofflimmern mit Wechsel zu Sinusrhythmus und AV-junktionalen Extrasystolen
- Fall 1.5: Vorhofflimmern und Linksschenkelblock
- Fall 1.6: Hochfrequentes Vorhofflimmern und ventrikuläre Extrasystole
- Fall 1.7: Intermittierende SA-Blockierung 3. Grades oder Sinusstillstand mit ventrikulären Ersatzsystolen

Überleitungsstörungen

- Fall 1.8: AV-Block 1. Grades
- Fall 1.9: AV-Block 2. Grades
- Fall 1.10: AV-Block 3. Grades
- Fall 1.11: Intermittierende Sinustachykardie mit AV-Block 2. und 3. Grades
- Fall 1.12: Linksschenkelblock
- Fall 1.13: Rechtsschenkelblock

Ventrikuläre Rhythmusstörungen

- Fall 1.14: Einzelne ventrikuläre Extrasystolen
- Fall 1.15: Interponierte ventrikuläre Extrasystolen
- Fall 1.16: Ventrikulärer Bigeminus
- Fall 1.17: Zahlreiche polymorphe ventrikuläre Extrasystolen
- Fall 1.18: Sinusrhythmus im Wechsel mit akzeleriertem idioventrikulärem Rhythmus
- Fall 1.19: Permanente, monomorphe ventrikuläre Tachykardie

- Fall 1.20: Linksposteriorer Hemiblock, ventrikulärer Ersatzsystem und ventrikuläre Extrasystole bei permanentem Vorhofflimmern

Fall	Ruhe-EKG	Langzeit-EKG	nur Ableitung II	nur Ableitung I-III	Ableitung I-III und aVR-aVF nacheinander	Ableitung I-III und aVR-aVF zeitgleich	mit Ausschnitten	Herz-achse
1.1	+				+		+	+
1.2	+		+ Rhythmusblatt					
1.3	+			+			+	
1.4	+		+					
1.5	+				+			+
1.6	+			+				
1.7		+	+					
1.8	+			+				
1.9	+			+				
1.10	+			+				
1.11		+	+				+	
1.12	+					+		+
1.13	+				+			+
1.14	+					+		+
1.15	+				+		+	+
1.16	+			+				
1.17	+			+				
1.18	+		+ Rhythmusblatt					
1.19	+					+		
1.20	+			+				+

Tab. 9: EKG-Präsentation bei den einzelnen Hundefällen

Bei den letzten zehn Fällen handelt es sich um EKGs von Katzen. Sie handeln systematisch, schwerpunktmäßig folgende EKG-Veränderungen ab:

Morphologie

- Fall 2.1: Physiologische Rechtsabweichung der Herzachse im Vergleich zur normalen Herzachse bei zwei gleich alten Katzenwelpen
- Fall 2.2: P-kardiale, R-Zacke und S-Zacke vergrößert und horizontale ST-Streckensenkung bei einem Katzenwelpen
- Fall 2.3: Linksachsenabweichung
- Fall 2.4: Linksanteriorer Hemiblock

Arrhythmien

- Fall 2.5: Intermittierender Sinusstillstand mit junktionalen Ersatzsystolen
- Fall 2.6: Intermittierender Rechtsschenkelblock mit SA-Block 2. Grades
- Fall 2.7: Intermittierende AV-Blockierungen 3. Grades mit Linksschenkelblock
- Fall 2.8: AV-Blockierung 3. Grades
- Fall 2.9: Rechtsschenkelblock mit einer ventrikulären Extrasystole
- Fall 2.10: Einzelne supraventrikuläre und zahlreiche ventrikuläre Extrasystole/n

Fall	Ruhe-EKG	Langzeit-EKG	nur Ableitung II	nur Ableitung I-III	Ableitung I-III und aVR-aVF nacheinander	Ableitung I-III und aVR-aVF zeitgleich	mit Ausschnitten	Herz-achse
2.1	+				+			+
2.2	+				+			+

2.3	+					+		+
2.4	+				+			+
2.5		+		+				
2.6	+					+		+
2.7	+			+				
2.8	+					+		
2.9	+				+			+
2.10	+			+				+

Tab. 10: EKG-Präsentation bei den einzelnen Katzenfällen

4.2 Layout

4.2.1 Seitenaufbau

Es wurde die Buchseitengröße mit 34,3 cm x 24,5 cm in Querformat festgelegt. Die unterschiedliche Einteilung der Seiten hing davon ab, ob es sich um die Seite mit Einführung und Aufgabenstellungen, um die Seite mit dem auszuwertenden Original-EKG oder um die Seite/Seiten mit der Auflösungspräsentation handelte. Es wurde der Auflösung grundsätzlich mehr Raum gegeben als der Aufgabenstellung. Das EKG wurde in Originalgröße abgebildet und benötigte so alleine eine ganze Seite. Weiterhin sollten die Aufgabenstellungen und das Original-EKG nebeneinander stehen und die Auflösung erst nach dem Umblättern auf der Rückseite/den Rückseiten einzusehen sein.

4.2.1.1 Seitenaufbau im Kapitel „Die EKG-Kurve und ihre Auswertung“

Es werden ein oder zwei Übungsaufgaben pro Thema/Seite gestellt. Der Aufgabenstellung stehen $\frac{2}{5}$, der Auflösung $\frac{3}{5}$ einer Seite zur Verfügung. Das EKG wird auf einer ganzen Seite präsentiert. Die Aufgabenstellung nimmt die rechten $\frac{2}{5}$ einer Seite ein, während die linken $\frac{3}{5}$ der Seite die Auflösung der vorangegangenen

Aufgabe zeigen. Die Auflösung-/Aufgabenseite findet sich im Buch immer links. Die Seite rechts daneben steht ganzseitig dem EKG in Originalgröße zur Verfügung. Die Rückseite (wieder links im Buch) zeigt in den linken $\frac{3}{5}$ die Auflösung und wiederum in den rechten $\frac{2}{5}$ der Seite finden sich die neuen, weiterführenden Aufgabenstellungen.

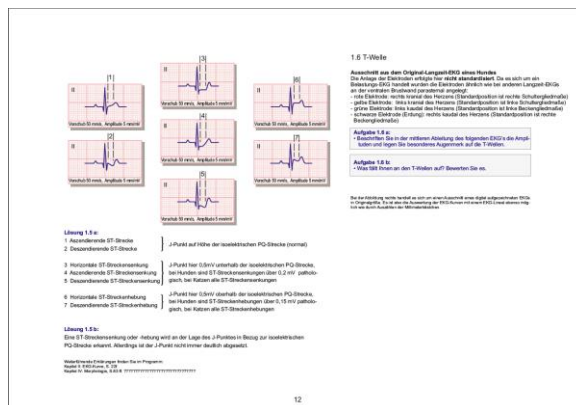


Abb. 23a:
links: Auflösung der
vorangehenden Aufgabe



Abb. 23b:
rechts: neue
EKG in Originalgröße zur nebenstehenden
Aufgabenstellung

4.2.1.2 Seitenaufbau im Kapitel „EKG-Fallbesprechungen“

In diesem Kapitel musste das Layout neu gestaltet werden, um die Auflösungen möglichst ausführlich zu gestalten. So wurde jeder Fall auf vier Seiten ausgearbeitet. Die erste Seite enthält alle wichtigen Patientendaten und die Fragestellungen zur EKG-Beurteilung. Die zweite Seite zeigt das EKG, die dritte und vierte Seite sind der Auflösung vorbehalten.



Abb. 24b: Zweite Seite mit EKG in Originalgröße zur Auswertung

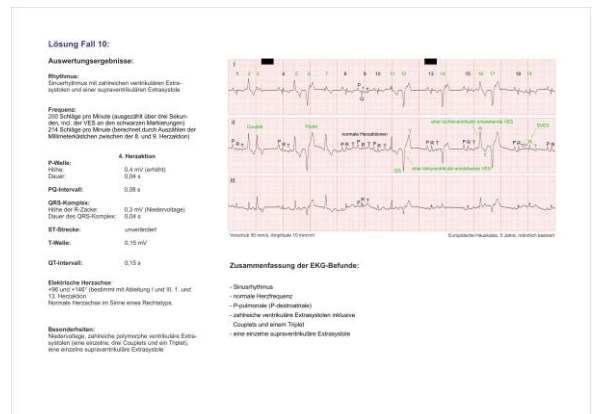


Abb. 24d: Vierte Seite mit tabellarisch und graphisch ausgearbeiteter Lösung

81

Die zweite Seite, immer rechts im Buch platziert, beinhaltet das auszuwertende EKG zum zuvor beschriebenen Patienten in Originalgröße. Es ist hier die Auswertung der EKG-Kurven mit einem EKG-Lineal ebenso möglich wie durch Auszählen der Millimeterkästchen. (Abb. 24b)

Seite drei des Übungsfalls präsentiert eine ausführliche Beantwortung der auf Seite eins gestellten Übungsfragen. Die Beantwortung erfolgt in der gleichen Reihenfolge wie die Übungsfragen vorne gestellt wurden. Ist neben anderen Aufgaben auch nach der mittleren elektrischen Herzachse gefragt, wird diese zusätzlich zum Text graphisch mittels Cabrerakreis beantwortet. Auch hier auf der dritten Seite findet sich eine Einteilung in drei gleichgroße Spalten. (Abb. 24c)

Zusätzlich zur Auflösung in ausführlicher textlicher Form wird auf der vierten Seite noch ein schnell zu erfassender Lösungsüberblick in tabellarischer und graphischer Form geboten. Die Abhandlung dieser Auflösung folgt auch hier wieder der Reihenfolge der auf der ersten Seite gestellten Fragen. (Abb. 24d)

4.2.2 Darstellungsvarianten der vereinheitlichten Hintergründe

Aufgrund der verschiedenartigen Aufzeichnungen durch die verwendeten EKG-Geräte (siehe 3.1.2.) musste auch die Einteilung der Hintergründe variiert werden. Es wurden folgende Hintergrundvarianten verwendet:

- Wurden alle sechs Ableitungen (Einthoven- und Goldbergerableitungen) zeitgleich aufgezeichnet, somit untereinander abgebildet, so sollten sie auch in dieser Form präsentiert werden.

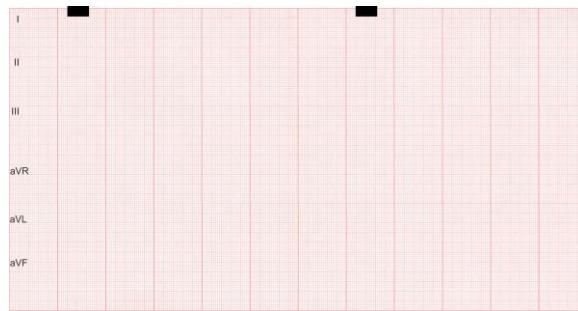


Abb. 25: Hintergrund für sechs Ableitungen
untereinander

- Wurden die Einthoven- und Goldbergerableitungen nicht zeitgleich aufgezeichnet, somit nacheinander registriert, galt es, sie in dieser Form zu zeigen.

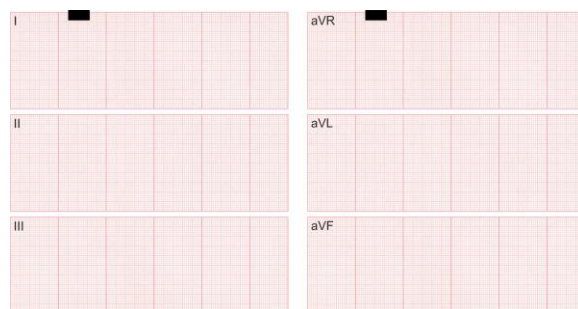


Abb. 26: Hintergrund für sechs Ableitungen
nacheinander

Zusätzlich entstanden folgende weitere Hintergrund-Einteilungsvarianten:

- Bei der ersten Variante wurden ausschließlich Ableitung I bis III gezeigt, dementsprechend wurde lediglich das eingescannte EKG-Papier verwendet.

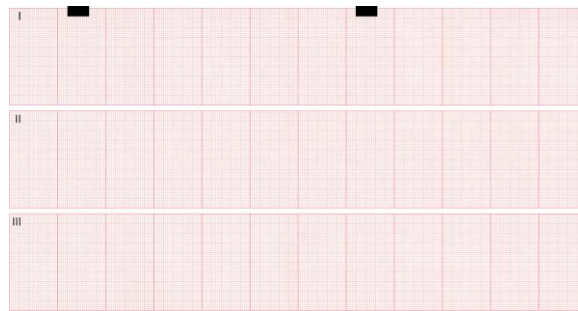


Abb. 27: Hintergrund für Ableitungen I bis III

- Die zweite und dritte Variante zeigt vorwiegend Ableitung I bis III zusammen mit einem kleinen Ausschnitt aus aVR bis aVF bzw. vergrößerter Darstellung dreier Abschnitte aus Ableitung II. Hier wurde ebenfalls das eingescannte EKG-Papier, jedoch mit einem kleinen separaten Abschnitt, verwendet.

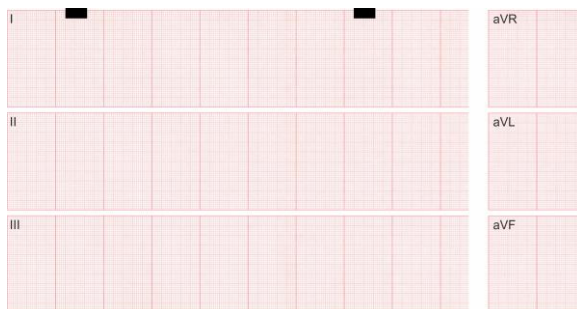


Abb. 28a: Hintergrund für Ableitungen I bis III
mit Ausschnitt aVR bis aVF

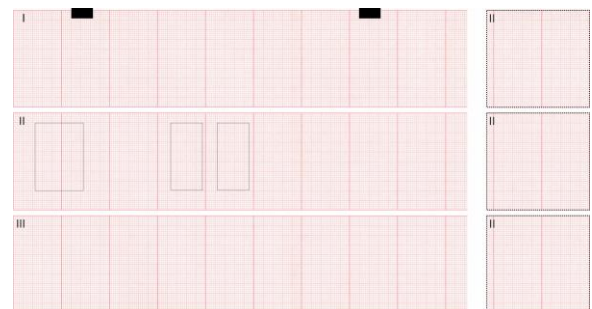


Abb. 28b: Hintergrund für Ableitungen I bis III
mit Ausschnittvergrößerung

- Als vierte und fünfte Version wurden alle sechs Ableitungen dargestellt, je nach Aufzeichnungsart im Original unter- bzw. nebeneinander (s. o. Abb. 25 und 26).

- Zur Darstellung von EKGs zur Rhythmusbeurteilung wurde meist die sechste Version mit ausschließlicher Abbildung von Ableitung II gewählt, jedoch wurde zusätzlich die Aufzeichnungsuhrzeit angegeben. Hier war ebenfalls eine Variante (die siebte Version) mit Ausschnittvergrößerung möglich.

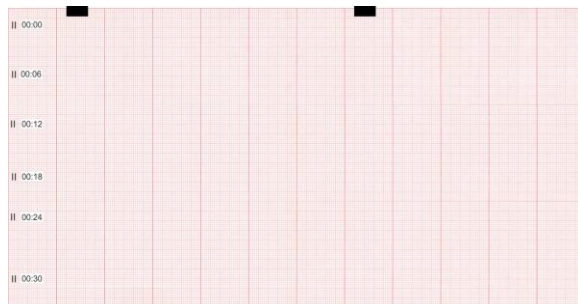


Abb. 29a: Hintergrund für analog geschriebenen Rhythmusstreifen

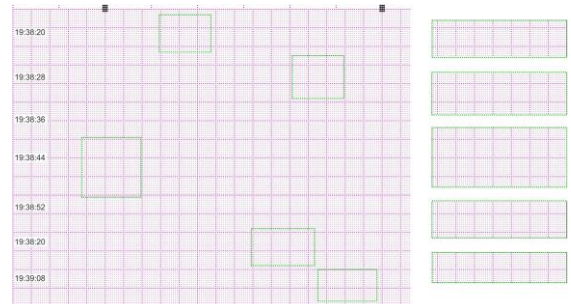


Abb. 29b: Hintergrund für Langzeit-EKG mit Ausschnittvergrößerungen

- Drei letzte Varianten der Hintergrundeinteilung wurden herangezogen um zwei bzw. drei Reihen von Ableitung II untereinander von entweder zwei bzw. drei unterschiedlichen Tieren oder einem Tier zu unterschiedlichen Zeiten zu zeigen.

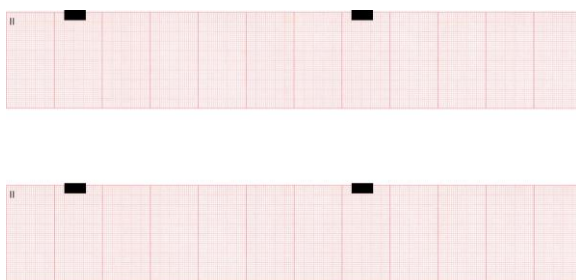


Abb. 30a: Hintergrund für zweimal Ableitungen II

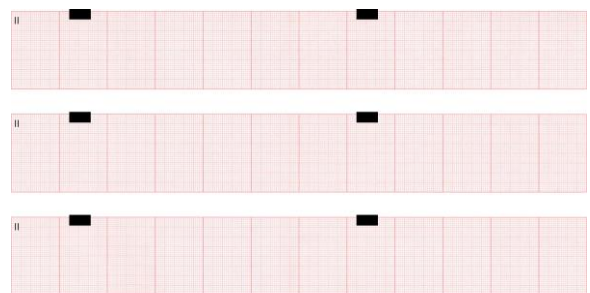


Abb. 30b: Hintergrund für dreimal Ableitungen II



Abb. 30c: Hintergrund für dreimal Ableitungen II zu verschiedenen Zeiten

Somit fanden insgesamt zehn unterschiedliche Hintergrund-Einteilungsvarianten nach ihrer Erstellung in CorelDRAW® Verwendung.

4.2.3 Schriftart, -farbe und -größe

Für die Erstellung aller Texte und Beschriftungen wurde die Schriftart Arial verwendet. Arial ist eine sogenannte serifenfreie Groteskschrift, bei der die Strichstärken der Buchstaben nahezu gleichmäßig sind. Für fast alle Texte, mit Ausnahme der auf der ersten Seite verfassten Übungsfragen und im Anschluss verwendeten Überschriften „Lösung“, wurde die CMYK-Farbe C:0 M:0 Y:0 K:100 Schwarz verwendet. Bei den Fragestellungen sowie den Überschriften „Lösung“ kam die CMYK-Farbe C:100 M:100 Y:0 K:0, welche sich als blau-lila beschreiben lässt, zum Einsatz.

Im ersten Teil des Buches, „Die EKG-Kurve und ihre Auswertung“, haben die Überschriften 1 eine Schriftgröße von sechzehn Punkten (pt) und die Überschriften 1.1 zwölf Punkte. Der Text unter den Überschriften hingegen wurde durchgehend mit einer Schriftgröße von neun Punkten geschrieben. Die kurze Information zur Aufzeichnungsart des EKGs, musste aus Platzgründen relativ klein gehalten werden, so dass sie eine Größe von sieben Punkten hat. Fettgedruckt wurden vornehmlich

die Überschriften der einzelnen Aufgaben und Lösungen, aber auch einige andere hervorzuhebende Worte oder Buchstaben im laufenden Text.

Im zweiten Teil, „EKG-Fallbesprechungen“, gab es nicht nur ein anderes Layout, sondern auch eine andere Wahl der Schriftgrößen, die Schriftart Arial wurde beibehalten. Die Überschriften 1 sind hier im Fettdruck und einem Schriftgrad von vierzehn Punkten gehalten. Weiterhin sind die Überschriften 1.1, ebenfalls in Fettdruck, mit einer Schriftgröße von zehn Punkten geschrieben. Auf der letzten Seite der Auflösung schiebt sich noch eine zusätzliche Überschrift, ebenso im Fettdruck mit zwölf Punkten, dazwischen. Alle übrigen Texte sind mit 10 Punkten verfasst und nicht fett gedruckt.

4.2.4 Beschriftung der EKGs und Farbwahl

In den Auflösungen wurden unter anderem EKGs zur Erklärung genutzt und zu diesem Zweck beschriftet. Dies erfolgte ebenfalls unter Verwendung der Schriftart Arial mit einer Schriftgröße zwischen zwölf und achtzehn Punkten. Die abgebildeten EKG-Kurven, die Kennzeichnungen der Ableitungen mit I bis III oder aVR bis aVF und die unter dem EKG-Abschnitt stehenden Daten (Patienteninformation sowie Vorschub und Amplitude) sind in der CMYK-Farbe Schwarz C:0 M:0 Y:0 K:100 geschrieben worden. Hingegen wurde die im EKG vorgenommene Beschriftung mit den RGB-Farben Schwarz R:0 G:0 B:0 und Grün R:0 G:192 B:0 eingetragen. Bei der Beschriftung wurden bedarfsweise die einzelnen Herzaktionen durchnummeriert. Es wurden weiterhin die Amplituden mit den zugehörigen Buchstaben benannt und Beschriftungen in Text- oder Abkürzungsform eingebracht. Auch wurden Strecken und Abstände graphisch mit Hilfe von eingearbeiteten Linien kenntlich gemacht.

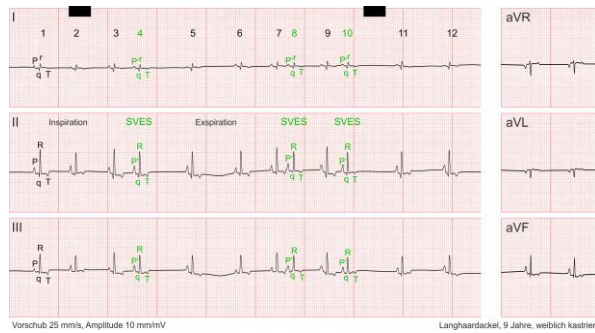


Abb. 31a: Beschriftetes EKG in der Auflösung

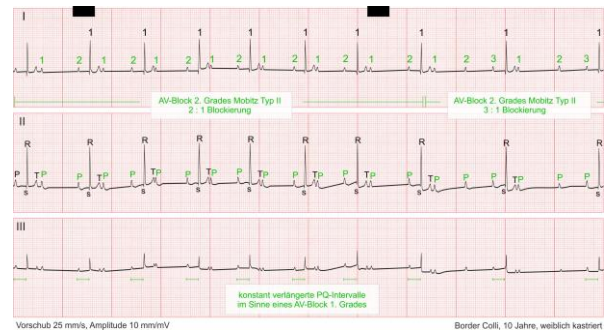


Abb. 31b: Beschriftetes EKG in der Auflösung

4.3 Evaluation des Übungsbuches

Es erfolgte die Betrachtung der im Mittel erreichten Punktzahl im Vergleich zu der Gesamtpunktzahl. Sowie der Vergleich der im Mittel erreichten Punktzahl beim Studium von Lehrunterlagen mit Lösungen im Vergleich zu Lehrmaterialien ohne Lösungen. Ausgewertet wurde dies bei Studierenden ohne Vorbildung (Gruppe 1) und Studierenden mit geringer Vorbildung durch Teilnahme an einem Wahlpflichtfach

EKG (Gruppe 2) (Diagramm 1). Weiterhin wurde die Zunahme der korrekten Antworten durch das Studium von Lehrunterlagen mit Lösungen im Vergleich zu Lehrmaterialien ohne Lösungen untersucht (Diagramm 2). Zudem wurden Gruppe 1 und Gruppe 2 hinsichtlich der relativen Verbesserung durch "worked examples" verglichen (Diagramm 3). Mögliche Unterschiede beim Erarbeiten des Allgemeinen und Speziellen Teils finden sich in Diagramm 4. Die letzten drei Diagramme (Diagramm 5 bis 7) geben die subjektiven Eindrücke und die Zufriedenheit der Studierenden mit dem erhaltenen Lernmaterial wieder.

Punktzahlen im Vergleich

Die zu erreichende Maximalpunktzahl für Fragen zum Lernmaterial ohne sowie mit Lösungen war innerhalb einer Gruppe exakt dieselbe, jedoch in beiden Gruppen unterschiedlich. Sowohl Gruppe 1 als auch Gruppe 2 erreichten deutlich höhere Punktzahlen bei Fragen zu den Lernunterlagen mit Lösungen als bei den Fragen zu Lernunterlagen ohne Lösungen:

Bei den allgemeinen Fragen (EKG-Grundlagen) verbesserte sich Gruppe 1 von im Mittel $0,23 \pm 0,09$ Punkten auf knapp über die Hälfte ($1,2 \pm 0,2$ Punkte) der maximal erreichbaren Punkte signifikant ($p < 0,001$). Gruppe 2 steigerte sich signifikant ($p < 0,001$) von im Mittel knapp unter der Hälfte ($2,17 \pm 0,17$) auf annähernd die maximale Punktzahl ($4,6 \pm 0,1$).

Gruppe 1 zeigte bei den speziellen Fragen (EKG-Fälle) einen signifikanten ($p < 0,001$) Punktezuwachs von im Mittel $0,83 \pm 0,15$ Punkten auf knapp über die Hälfte ($2,88 \pm 0,33$ Punkte) der Maximalpunktzahl. Gruppe 2 hingegen verbesserte sich hier von im Mittel $0,86 \pm 0,21$ Punkten auf nicht ganz die Hälfte ($3,62 \pm 0,45$ Punkte) der zu erreichenden absoluten Punktzahl ($p < 0,001$).

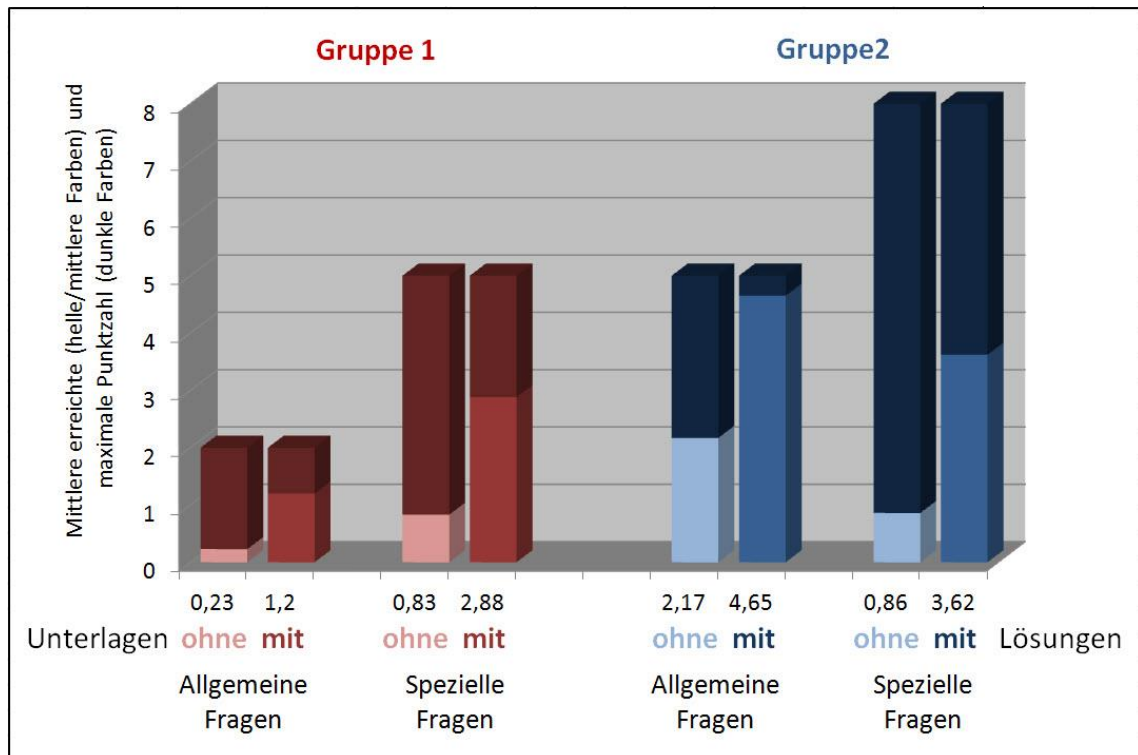


Diagramm 1: Mittlere erreichte Punktzahl (helle und mittlere Farben) im Vergleich zur maximal möglichen Punktzahl (dunkle Farben). Farben). Alle vier Untersuchungen zeigen einen signifikanten ($p < 0,001$) Anstieg in der mittleren erreichten Punktzahl.

[Gruppe 1: Studierende ohne Vorbildung, Gruppe 2: Studierende mit Vorbildung in Form eines Wahlpflichtfaches EKG, eine halbe Semesterwochenstunde, ohne: Lernen aus Unterlagen ohne Lösungen, mit: Lernen aus Unterlagen mit Lösungen]

Korrekte Antworten in Prozent

Um den Lernerfolg von Gruppe 1 und 2 zu vergleichen musste aufgrund der unterschiedlichen Maximalpunkte in den beiden Gruppen der prozentuale Anteil korrekter Antworten ermittelt werden. Sowohl Gruppe 1 als auch Gruppe 2 erreichten einen signifikant (Gruppe 1 $p < 0,001$; Gruppe 2 $p < 0,001$) deutlich höheren Prozentsatz an korrekten Antworten bei Fragen zu Lernunterlagen mit Lösungen als bei Fragen zu Lernmaterialien ohne Lösungen. Gruppe 1 zeigte eine deutliche Steigerung von $13,88 \pm 2,75$ % auf $58,75 \pm 6,06$ % korrekter Antworten und Gruppe 2 von $29,90 \pm 3,22$ % auf $73,33 \pm 4,22$ %.

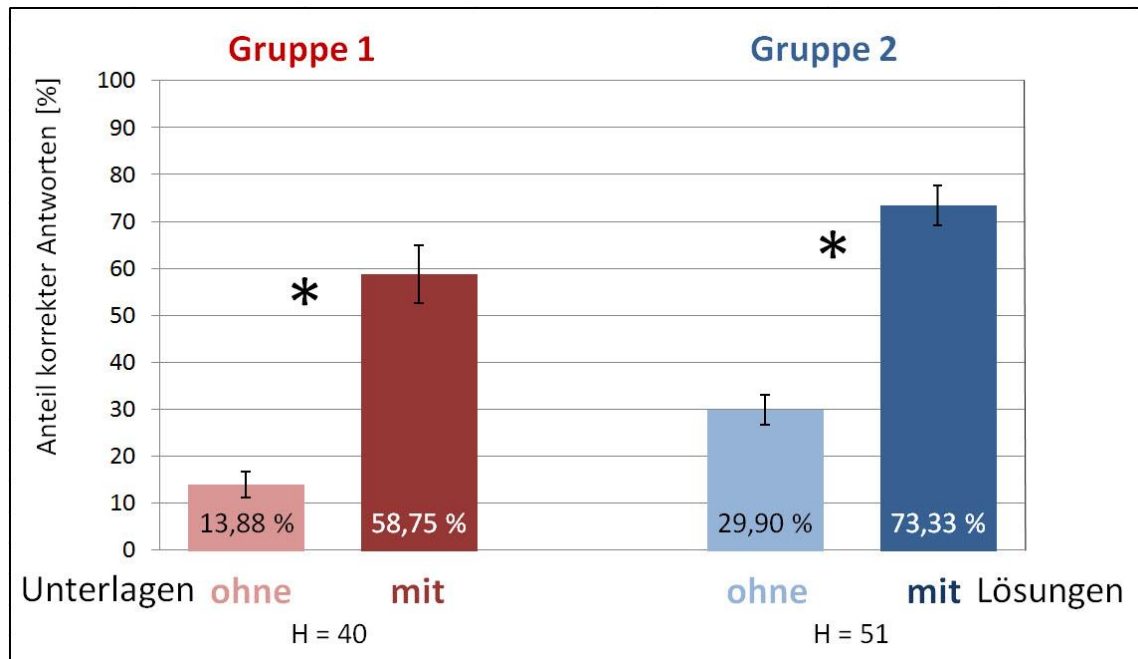


Diagramm 2: Mittelwerte und Standardfehler des prozentualen Anteils korrekter Antworten.

[Gruppe 1: Studierende ohne Vorbildung, Gruppe 2: Studierende mit Vorbildung in Form eines Wahlpflichtfaches EKG, eine halbe Semesterwochenstunde, ohne: Lernen aus Unterlagen ohne Lösungen, mit: Lernen aus Unterlagen mit Lösungen, H: Häufigkeit, * signifikant unterschiedlich $p < 0,001$]

Relative Verbesserung

Ebenfalls aufgrund des Unterschiedes der zu erreichenden Maximalpunktzahl in den beiden Gruppen und um sowohl die Gruppen als auch Fragen miteinander vergleichen zu können wurde die relative, d. h. prozentuale Verbesserung durch die Nutzung von Lernunterlagen mit Lösungen ermittelt.

Formel zur Berechnung der relativen Verbesserung:

$$\text{Relative Verbesserung [\%]} = \left(\frac{A \text{ mit}}{\text{Gesamtpunktzahl}} * 100 \right) - \left(\frac{A \text{ ohne}}{\text{Gesamtpunktzahl}} * 100 \right)$$

A mit: erreichte Punktzahl nach Studium der Lernunterlagen **mit** Lösungen

A ohne: erreichte Punktzahl nach Studium der Lernunterlagen **ohne** Lösungen

1) Vergleich der Gruppen

Die relative Verbesserung bei allgemeinen Fragen zu EKG-Grundlagen beträgt in Gruppe 1 im Mittel $48,75 \pm 8,97$ % und in Gruppe 2 im Mittel $49,67 \pm 3,75$ %. Diese Werte liegen in der gleichen Größenordnung. Somit ergibt sich zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 ein minimaler, nicht signifikanter Unterschied ($p = 0,916$) im Mittelwert der relativen Verbesserung bei den allgemeinen Fragen von 0,92 %.

Die relative Verbesserung bei speziellen Fragen zu EKG-Fällen beträgt in Gruppe 1 im Mittel $41,00 \pm 6,15$ % und in Gruppe 2 im Mittel $34,52 \pm 5,71$ %. Diese Werte liegen in einer ähnlichen Größenordnung. Somit ergibt sich zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 nur ein minimaler, nicht signifikanter Unterschied ($p = 0,445$) im Mittelwert der relativen Verbesserung bei den speziellen Fragen von 6,48 %.

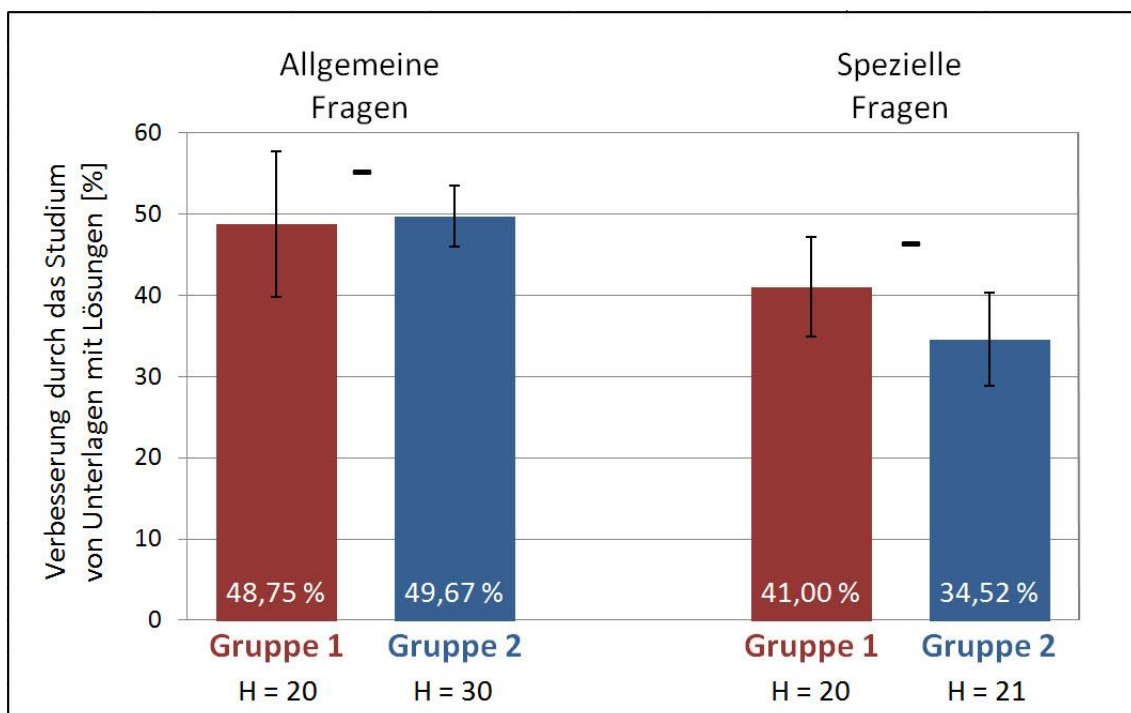


Diagramm 3: Mittelwerte und Standardfehler der prozentualen Verbesserung durch die Bereitstellung von Lernmaterial mit Lösungen, Vergleich Gruppe 1 mit Gruppe 2.

[Gruppe 1: Studierende ohne Vorbildung, Gruppe 2: Studierende mit Vorbildung in Form eines Wahlpflichtfaches EKG, eine halbe Semesterwochenstunde, H: Häufigkeit, - kein signifikanter Unterschied bei einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$]

2) Vergleich von allgemeinem Teil und speziellem Teil

Die relative Verbesserung aller Studierenden durch das Studium von Lernmaterialien mit Lösungen beträgt bei den allgemeinen Fragen im Mittel $49,3 \pm 4,2$ % und bei den speziellen Fragen im Mittel $37,7 \pm 4,2$ %. Auch diese Werte liegen in einer ähnlichen Größenordnung mit einem geringen, nicht signifikanten Unterschied ($p = 0,055$) im Mittelwert der relativen Verbesserung von $11,6$ %.

Somit beträgt die relative Verbesserung durch den Einsatz von Lernunterlagen mit Lösungen bei allen Studierenden und bei allen Fragen (unabhängig ob allgemeine oder spezielle Fragen gestellt wurden) im Mittel $44,1 \pm 3,0$ %

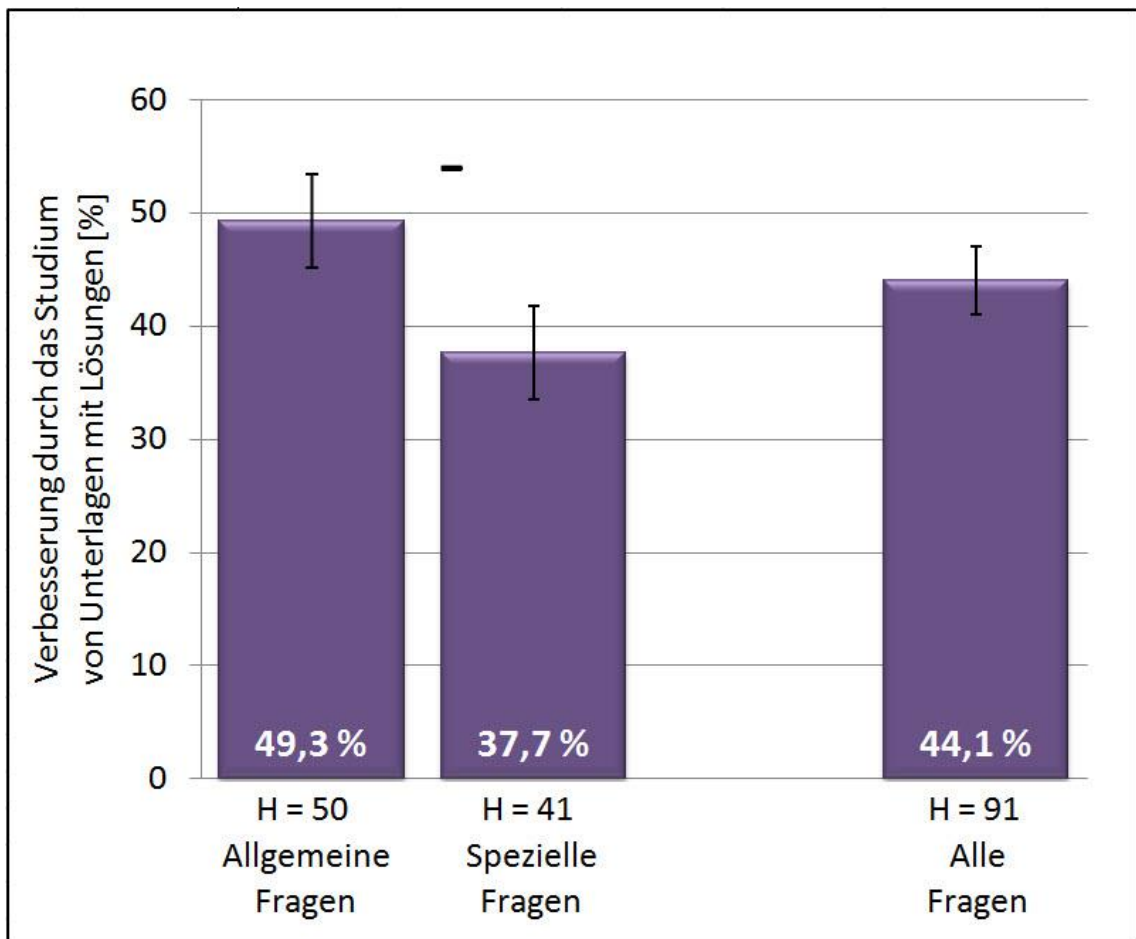


Diagramm 4: Mittelwerte und Standardfehler der relativen Verbesserung durch die Bereitstellung von Lernmaterial mit Lösungen für alle befragten Studierenden der Gruppe 1 und 2.

[Gruppe 1: Studierende ohne Vorbildung, Gruppe 2: Studierende mit Vorbildung in Form eines Wahlpflichtfaches EKG, eine halbe Semesterwochenstunde, H: Häufigkeit, - kein signifikanter Unterschied bei einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$]

Die prozentuale Verteilung der subjektiven Einschätzungen über das zur Verfügung gestellte Lernmaterial findet sich in den folgenden drei Tortendiagrammen.

Die Frage zur subjektiven Einschätzung des didaktischen Wertes der ausgeteilten Lernmaterialien mit ausgearbeiteten Lösungen zum allgemeinen Teil (Fragebogen 1) und dem speziellen Teil (Fragebogen 2) haben 50 Studierende beantwortet. 64 Fragebögen waren vollständig ausgefüllt und konnten in die Auswertung einbezogen werden.

Es gab nahezu die Hälfte der Befragten an, dass sich ihre Kenntnisse durch das Lernen mit ausgearbeiteten Lösungen verbessert haben. Nur 3 % gab an sich nicht verbessert zu haben.

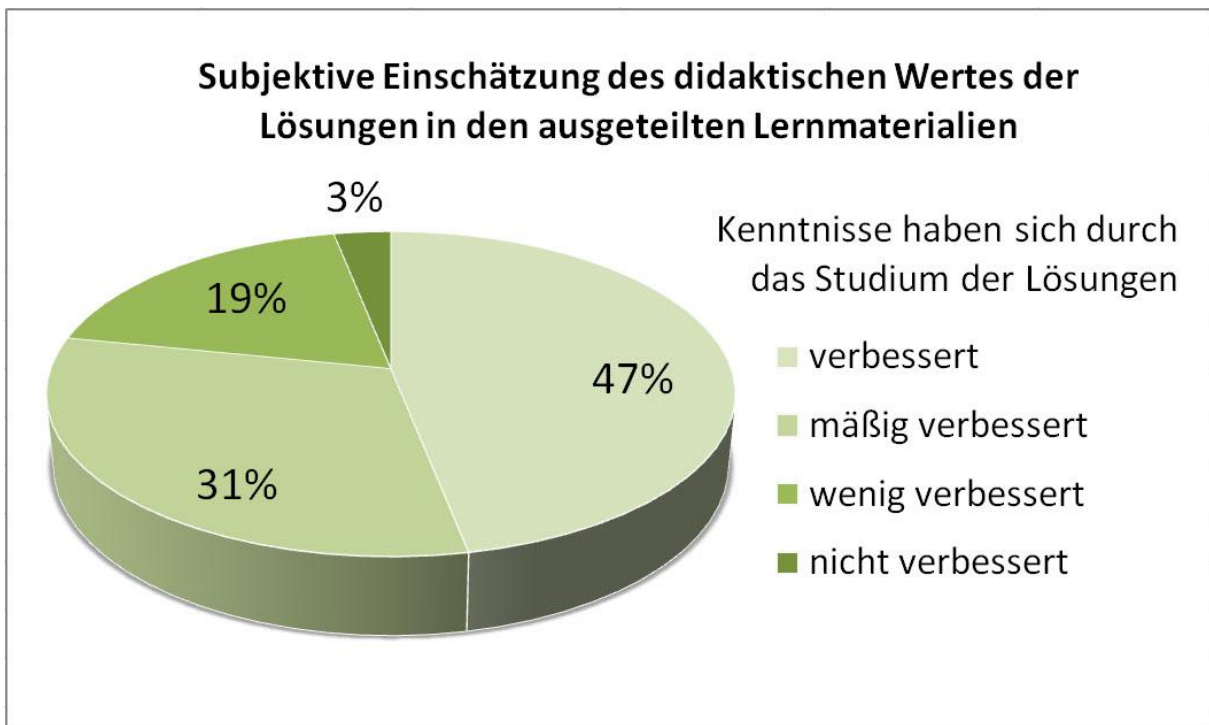


Diagramm 5: Subjektive Einschätzung des didaktischen Wertes der ausgeteilten Lernmaterialien mit ausgearbeiteten Lösungen aus 64 Fragebögen der Gruppe 1 und Gruppe 2.

[Gruppe 1: Studierende ohne Vorbildung, Gruppe 2: Studierende mit Vorbildung in Form eines Wahlpflichtfaches EKG, eine halbe Semesterwochenstunde]

Die Zufriedenheit im Hinblick auf die Qualität der ausgearbeiteten Lösungen wurde aus denselben 64 Fragebögen ermittelt. 55% von ihnen empfanden die ausgearbeiteten Lösungspräsentationen als gut und lediglich 3% als unzureichend.

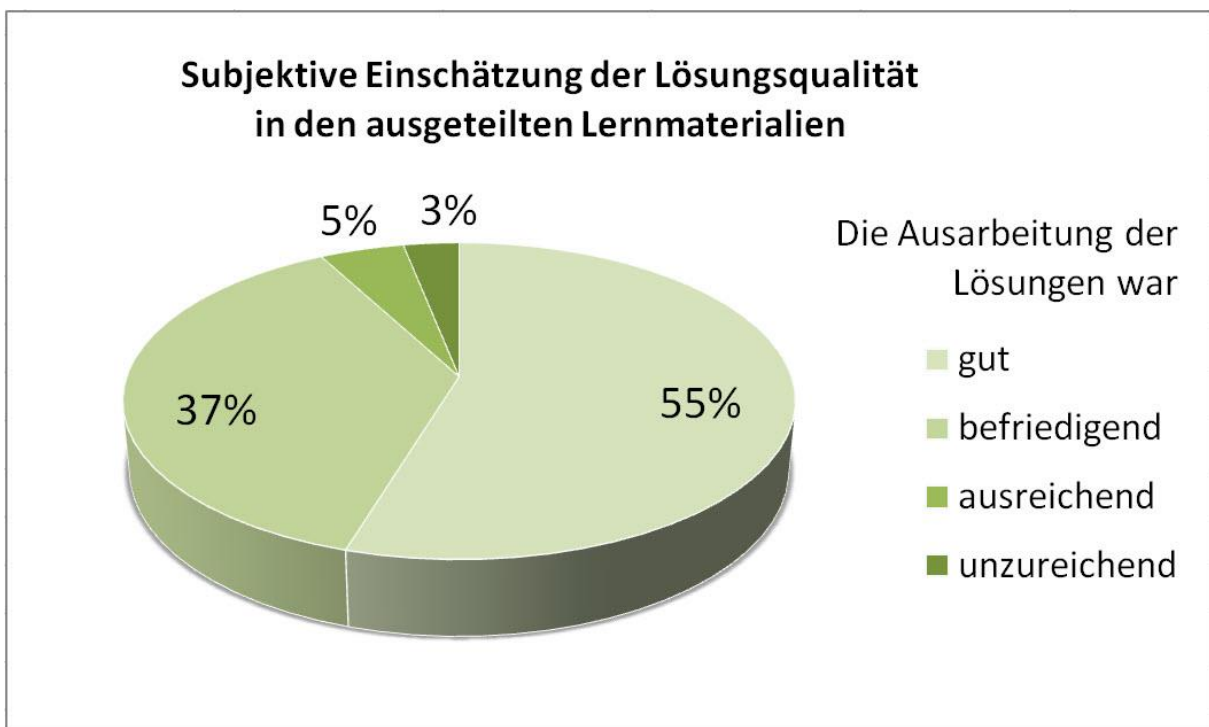


Diagramm 6: Zufriedenheit im Hinblick auf die Qualität der ausgearbeiteten Lösungspräsentationen in den ausgeteilten Lernmaterialien ermittelt aus 64 Fragebögen der Gruppe 1 und Gruppe 2.

[Gruppe 1: Studierende ohne Vorbildung, Gruppe 2: Studierende mit Vorbildung in Form eines Wahlpflichtfaches EKG, eine halbe Semesterwochenstunde]

Das Ergebnis zur subjektiven Einschätzung des didaktischen Wertes der ausführlichen EKG-Beschriftung im Auflösungsteil wurde ebenfalls aus denselben 64 Fragebögen entnommen. Als sehr hilfreich wurde die EKG-Beschriftung von 30 % eingeschätzt. 62 % bewerteten sie als hilfreich und keiner der Befragten empfand sie als nicht hilfreich.

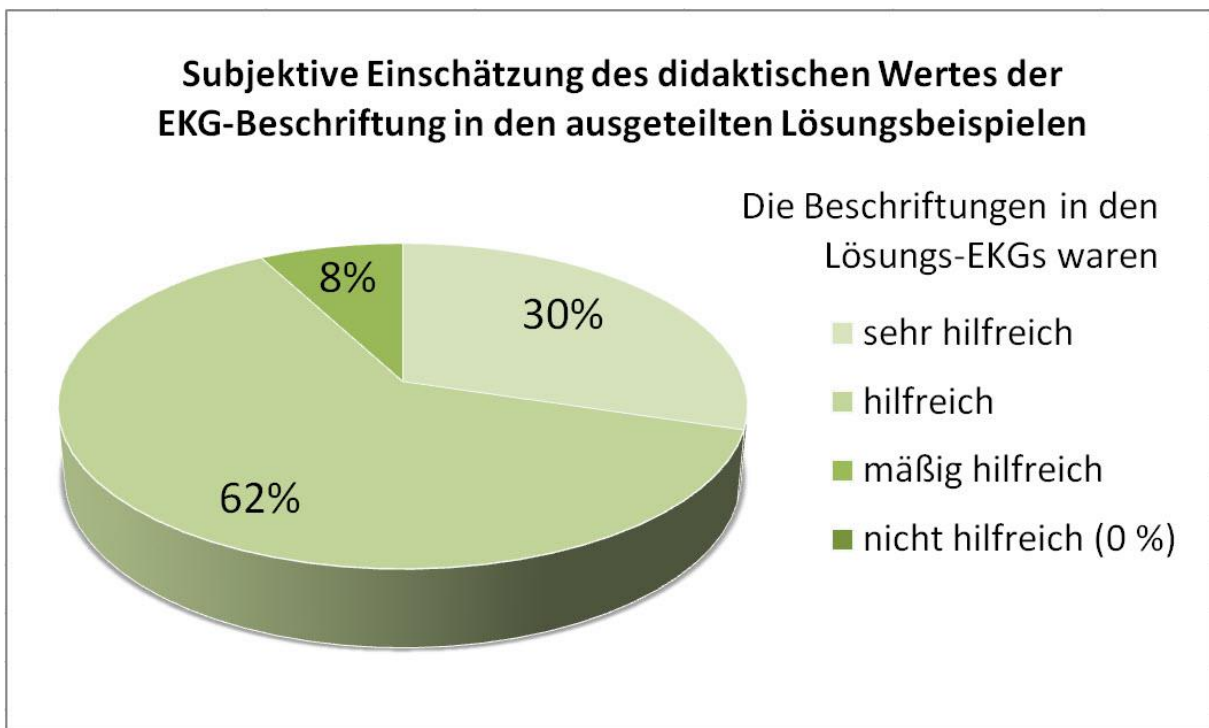


Diagramm 7: Subjektive Einschätzung des didaktischen Wertes der ausführlichen EKG-Beschriftung im Auflösungsteil der ausgeteilten Lernmaterialien ermittelt aus 64 Fragebögen der Gruppe 1 und Gruppe 2.

[Gruppe 1: Studierende ohne Vorbildung, Gruppe 2: Studierende mit Vorbildung in Form eines Wahlpflichtfaches EKG, eine halbe Semesterwochenstunde]

5 Diskussion

Bei der beiliegenden Arbeit „EKG-Übungsbuch mit Fällen aus der Praxis“ handelt es sich um das Resultat aus der Erstellung einer fallbasierten EKG-Lernüberprüfung. Zielsetzung dieses Buches ist primär eine Lernerfolgskontrolle mittels Übungsfragen zum Thema EKG zu unterbreiten, vor allem fallbasiert aber auch grundlagenbezogen. Zusätzlich wird weiterführend, durch die Bereitstellung ausführlicher und vornehmlich im Kapitel „EKG-Fallbesprechungen“ aufwändig ausgearbeiteter Schritt-für-Schritt-Lösungspräsentationen zu den einzelnen Übungsfragen, auch die Möglichkeit gegeben über die Lösungen neues Wissen zu erwerben oder vorhandenes Wissen zu vertiefen. Somit handelt es sich hier um eine innovative, erweiterte Form der EKG-Lernerfolgskontrolle. Es ist ein Buch zur EKG-Lernüberprüfung in Kombination mit Lernen aus Lösungsbeispielen entstanden. Zahlreiche Monographien widmen sich dem Thema EKG und EKG-Auswertung. Einige beinhalten darüber hinaus ebenfalls Übungsfragen zur Selbstüberprüfung des erworbenen Wissens. Die Auflösungen zu den Übungsfragen werden dabei in verschiedenartig gestalteten Formen dargeboten, aber selten in ausführlicher Form präsentiert. All dies wird im weiteren Verlauf im Vergleich zur beigefügten Arbeit gegenüberstellend diskutiert.

Am ehesten lässt sich das beiliegende Übungsbuch mit dem veterinärmedizinischen Buch „EKG-Interpretation in der Kleintierpraxis“ von BERNAL (2011) sowie den humanmedizinischen Büchern „Die 50 wichtigsten Fälle - EKG“ (VON KARAIS und TRAUTMANN, 2010) und „Der EKG-Trainer: ein didaktisch geführter Selbstlernkurs mit 200 Beispiel-EKGs“ (HORACEK, 2013) vergleichen. Jedoch durch einige, im Anschluss zu besprechende, besondere Gestaltungsmerkmale bietet die beiliegende Arbeit einen deutlich erkennbaren Mehrwert.

Neuartig am vorliegenden EKG-Übungsbuch sind unter anderem, die speziell ausgearbeiteten Auflösungen im Kapitel "EKG-Fallbesprechungen". Sie zeigen sich fassettenreich durch tabellarische Auflistung der Lösungswerte, ausführliche Beschriftungen im EKG, kurze Zusammenfassungen der EKG-Befunde und

ausführliche, systematische, schriftliche Darlegungen der Fragenbeantwortungen. Weiterhin besonders ist, dass alle EKGs in den Fallbesprechungen in Originalgröße zur Evaluation mittels EKG-Lineal bereitgestellt werden, dass häufig mehrere Ableitungen miteinbezogen sind und diese zur besseren Erkennbarkeit in vektorisierter Form dargeboten werden. Auch ist im Anhang des Buches ein Cabrerakreis integriert, so dass die gefragten Herzachsenbestimmungen vorgenommen werden können.

5.1 Lernerfolgskontrolle

Das beiliegende EKG-Übungsbuch stellt, wie sein Titel schon beinhaltet, eine Lernüberprüfungsmöglichkeit anhand von EKG-Fällen aus der Praxis dar. Es wird die Möglichkeit geboten, durch Übungsfragen realitätsnah die systematische Interpretation eines EKGs zu üben und gleichzeitig das vorhandene Wissen zu überprüfen und zu vertiefen. Das praxisnahe Üben an Patientenfällen gehört nach SOSTMANN et al. (2013) längst zum Standard einer guten medizinischen Ausbildung, sowohl in der Lehre als auch in den dazugehörigen Prüfungen. Dementsprechend wurde auch bei der Erstellung des vorliegenden Buches Wert auf Verwendung realer Patientenfälle gelegt.

Das Buch war zunächst als reines Übungs- und Beiheft zum multimedialen Lernprogramm von WEIGEL-OSSIANDER (2015) gedacht, so dass es nur aus EKG-Fällen mit Überprüfungsfragen und kurzen Auflösungen bestehen und als alleinige Lernerfolgskontrolle aufgebaut sein sollte. Selbstüberprüfungen spielen beim Wissenserwerb, gerade beim nicht tutoriell betreuten Studieren, wie in diesem Falle anhand einer Lern-CD, eine essenziellen Rolle (NIEGEMANN, 2008). Somit bildet das vorliegende Übungsbuch eine wesentliche Erweiterung zum obengenannten multimedialen Lernprogramm.

Es blieb aber nicht bei der Umsetzung zu einer kurzen ausschließlichen Lernüberprüfung. Die knappe Darbietungsform des Buchs, mit sehr kurz gehaltenen Antworten und ohne allgemeinen Überblick zum eigentlichen Thema wurde erweitert

und erhielt einen abgewandelten Aufbau. Zu Beginn des Buches steht nun ein kurzer allgemeiner Teil zum Thema EKG, „Die EKG-Kurve und ihre Auswertung“. Dieser wird, da es sich um ein EKG-Übungsbuch handelt, ebenfalls in Form von Übungsfragen abgehandelt. Weiterhin wurde den Antwortauflösungen im Abschnitt „EKG-Fallbesprechungen“ mehr Platz eingeräumt, so dass ihre ausführliche Ausarbeitung eine größere Bedeutung erlangt. Durch diese Art der Präsentation kommt, neben dem später noch zu diskutierenden „Lernen aus Lösungsbeispielen“, gewinnbringend hinzu, dass zu einem gewissen Grad das Nachschlagen im multimedialen Lernprogramm minimiert werden kann oder das Buch gegebenenfalls auch für sich allein Anwendung finden wird.

Weiterhin wurden der ursprünglich angedachte, geschlossene Übungsaufgabentyp (SCHMIDT et al., 2013) mit nur kurzen Antwortmöglichkeiten („ja“, „nein“, „richtig“, „falsch“ oder Multiple-Choice-Aufgaben) und der zwischendurch in Erwägung gezogene halboffene Aufgabentyp (z. B. Lückentexte) verworfen und letztendlich das Buch mit Übungsaufgaben nach dem offenen Aufgabentyp mit freien Antwortmöglichkeiten (SCHMIDT et al., 2013) gestaltet. Diese Art des offenen Aufgabentyps bietet zum einen dem Benutzer der Lernüberprüfung einen größeren Freiraum die Antworten zu geben, es macht es zum anderen aber auch dem Korrigierenden oder wie im vorliegenden Fall der Autorin schwieriger die Antworten allgemeingültig und nachvollziehbar zu formulieren. Dies ließ sich allerdings unter Verwendung von sogenannten Musterlösungen realisieren. Hierbei wird ein detaillierter Lösungsweg beschrieben, welchen der Benutzer dann als Rückmeldung nutzen kann, um seine eigenen Antworten daran zu überprüfen und eventuell zu korrigieren (NIEGEMANN, 2008). Trotz des Aufwandes lohnt es sich eine offene Lernerfolgskontrolle zu entwerfen, da sie laut NIEGEMANN (2008) neben reinem Faktenwissen abzufragen, auch Prozesswissen, Argumentations- und Kombinationskraft des Lernenden fördert. Außerdem wird vermieden, dass durch einfaches Ankreuzen die Antworten lediglich erraten werden können. Somit wird, durch die offene Art der Fragen- und Aufgabenstellungen im beiliegenden EKG-Übungsbuch, ein intensives, aktives Auseinandersetzen des Benutzers mit seinem bisherigen Wissen zur Erarbeitung der Lösung erforderlich und gefördert.

Die Fragen und Aufgaben zu Beginn eines jeden EKG-Falles werden, so sie denn vorkommen (nicht überall wird z. B. nach der Herzachse gefragt), stets in derselben Reihenfolge gestellt:

1. Identifizieren Sie die Amplituden oder Identifizieren Sie die einzelnen Ausschläge
2. Bestimmen Sie Frequenz, Rhythmus, Amplituden- und Zeitwerte
3. Ermitteln Sie die elektrische Herzachse
4. Bewerten Sie die Ergebnisse

Im Auflösungsteil eines jeden EKG-Falles werden die Antworten und Lösungen zu den Fragen und Aufgaben systematisch, d. h. in der Reihenfolge abgearbeitet und erklärt, wie sie ursprünglich gestellt wurden. Diese ritualisierte Art der Wiederholung ermöglicht es dem Benutzer, sich automatisch und unbewusst ein Schema zur EKG-Auswertung anzueignen. Denn durch die erhaltende Wiederholung (Rehearsal) werden diese Informationen im Kurzzeitgedächtnis aufrechterhalten und können in das Langzeitgedächtnis übertragen werden (GRUBER, 2011; HOFFMANN und ENGELKAMP, 2013).

5.2 Wahl des Mediums

Die beiliegende Arbeit wurde in Buchform, mit einer Buchseitengröße von 34,3 cm x 24,5 cm im Querformat, erstellt. Die Größe wurde gewählt, um die verwendeten EKGs in Originalgröße über eine Länge von 30 cm abbilden zu können. Neben dem Weg die beiliegende Übungsmöglichkeit zur EKG-Interpretation klassisch als Buch zu präsentieren, wie z. B. auch BERNAL (2011), sind durchaus digitale Alternativen denkbar. Zur Auswahl standen Wechseldatenträger wie CD oder DVD, E-Book oder auch eine reine internetbasierte Lernüberprüfung. CDs oder DVDs mit Übungs-EKGs wie sie beispielsweise die humanmedizinischen EKG-Bücher als Beigabe bei SCHUSTER und TRAPPE (2009) und VON OLSHAUSEN (2005) anbieten, sind kompakt im Format und gut zu transportieren. Auch eine E-Book-Version weist diese genannten Vorteile auf. Eine internetbasierte Ausführung der vorliegenden Arbeit

würde zusätzlich den positiven Aspekt beinhalten, dass die Übungs-EKGs online ständig einer Aktualisierung unterliegen können, wie es z. B. bei dem Online-EKG-Quiz von WESS (2014) der Fall ist. Jedoch wird zur Benutzung der angeführten Medien im Vergleich zu einem Buch stets ein passendes Abspielgerät benötigt, was wiederum die beschriebene Flexibilität minimieren und möglicherweise zusätzliche Kosten für den Benutzer verursachen kann. Auch lassen sich hier nur bedingt die zu interpretierenden EKGs ausmessen.

Aus den obengenannten Einschränkungen, vor allem aber auch da das vorliegende Übungsbuch als Lernüberprüfungswerkzeug zu der multimedialen EKG-Lern-CD von WEIGEL-OSSIANDER (2015) fungieren soll, wurde es in Buchform konzipiert. Ferner zeigen Studien, dass Studierende die klassische Buchform einem E-Book zum Lernen vorziehen, auch wenn sie sehr versiert im Umgang mit den digitalen Medien sind (WALTON, 2008; WOODY et al., 2010). Unabhängig hiervon werden allerdings meist die Vor- und Nachteile sowie die daraus resultierenden bevorzugten Verwendungsmedien uneinheitlich diskutiert (FOLB et al., 2011; NICHOLAS und LEWIS, 2008; SLATER, 2009).

5.3 EKG-Präsentation

Um das Trainieren der EKG-Interpretation möglichst realitätsnah zu gestalten und so dem Standard einer guten medizinischen Ausbildung (SOSTMANN et al., 2013) gerecht zu werden, wurden die EKGs, Vorberichte und Befunde von existierenden Patienten verwendet. Weiterhin sind alle EKGs in den Fallbesprechungen ausschließlich in Originalgröße abgebildet. Es werden stets alle drei Extremitätenableitungen nach Einthoven (Ableitung I bis III) und wenn für eine aussagekräftige Interpretation notwendig zusätzlich alle drei Extremitätenableitungen nach Goldberger (Ableitung aVR bis aVF) zur Verfügung gestellt. Ableitung II wird isoliert nur bei Langzeit-EKGs und Rhythmusstreifen verwendet. Ein jedes gut und korrekt geschriebenes EKG besteht in der Praxis ebenfalls aus allen bipolaren Einthoven- und unipolaren Goldberger-Ableitungen. Sie werden in der

Veterinärmedizin als die wichtigen Standard-Ableitungen angesehen (TILLEY et al., 2008; TOBIAS et al., 2008) und sollten somit stets geschrieben werden. Aus Platzgründen wurden jedoch in dem beiliegenden Übungsbuch die Goldbergerableitungen nur bei Bedarf mit angegeben. Auch auf die Verwendung der in der Veterinärmedizin ohnehin weniger üblichen (TOBIAS et al., 2008) unipolaren Brustwandableitungen CV5LR (rV2 oder V1), CV6LL (V2), CV6UL (V4) und V10 (V6 oder V10) wurde verzichtet. Einerseits ebenfalls aus Platzgründen und andererseits da alle verwendeten EKGs bereits ohne die ergänzenden Informationen aus diesen Ableitungen ausreichend zu interpretieren sind. Die Brustwandableitungen bringen in der Veterinärmedizin nur einen Informationsmehrwert bei in den Extremitätenableitungen unklaren Befunden zu rechts- und linksventrikulärer Vergrößerung, Schenkelblöcken und schlecht zu identifizierenden P-Wellen (ETTINGER und FELDMAN, 2010; TILLEY, 1989) sowie zur Bestätigung der erhaltenen Werte (TILLEY, 1989). In der Humanmedizin hingegen werden stets mindestens sechs Brustwandableitungen nach Wilson (V1 – V6) standardmäßig aufgezeichnet. Sie tragen, neben den oben genannten Zusatzinformationen, essenziell zur Diagnostik von myokardialen Ischämien bei. In erster Linie werden sie verwendet, um den Ort eines Infarktes in Folge eines koronaren Verschlusses zu identifizieren (KITTLESON und KIENLE, 1998).

Durch die beschriebene EKG-Präsentation im beiliegenden Übungsbuch wird neben dem einfachen Auszählen der Millimeterkästchen auch das exakte Ausmessen der Werte mittels EKG-Lineal und die Ermittlung der Parameter für die mittlere elektrische Herzachse ermöglicht. Ein Cabrerakreis zum Eintragen der gemessenen Werte und Ermitteln der Herzachse ist im Anhang des Buches zum Ausklappen integriert. All diese obengenannten Parameter zusammengekommen bieten eine umfassende Möglichkeit, realitätsnah an Patienten-EKGs zu üben.

Wie unter Material und Methoden beschrieben, wurden alle gesammelten und verwendeten EKGs vereinheitlicht, um sie harmonisiert im Übungsbuch abdrucken zu können. Eine direkte, nicht überarbeitete Übernahme der vielen unterschiedlich aufgezeichneten und abgebildeten EKGs (bedingt durch die zahlreichen

unterschiedlichen Aufzeichnungsgeräte) in die Präsentation des Buches, würde das ganze Buch zu unruhig und unübersichtlich wirken lassen. Die vielen wechselnden Darstellungsformen würden einen zu stark ablenkenden und störenden Faktor bilden und den eigentlichen Übungs- und Lernerfolg durch die ungünstige Darbietungsform beeinträchtigen. Wie schon für jeden guten Vortrag und jede gute Power-Point-Präsentation bekannt, gilt es das Layout der Präsentation entsprechend dem Motto „keep it simple and straightforward“ („KISS“) einfach und konsistent zu gestalten, um vom Inhalt nicht abzulenken (BLOCK, 1996; WERNER, 2012). So wurde dieses sog. „KISS“-Prinzip auch bei der Umsetzung zur beiliegenden Arbeit berücksichtigt.

Die verschiedenartigen EKG-Hintergründe wurden auf lediglich zwei Hintergründe reduziert. Für alle Kurzzeit-Ruhe-EKGs, bei welchen die Elektroden standardisiert angelegt wurden, findet ein eingescanntes, modifiziertes, rosafarbenes Millimeterpapier als Hintergrund Verwendung. Bei allen anderen EKGs mit nicht standardisierten Elektrodenlagen, wie Langzeit- und Belastungs-EKGs, kommt ein digital erstellter lilafarbener Hintergrund zum Einsatz. So lassen sich die beiden unterschiedlichen Varianten der EKG-Aufzeichnung direkt schon am Hintergrund auf einen Blick differenzieren.

Auch die verschiedenartig abgebildeten EKG-Kurven wurden vereinheitlicht. Sie wurden alle in gut erkennbare Vektorgrafiken umgearbeitet. Dabei wurde vornehmlich auf eine exakte Übertragung geachtet, um die zu evaluierenden Parameter originalgetreu abzubilden. Selbst Artefakte, sofern für die Interpretation des EKGs von Interesse, wurden detailgetreu mit übernommen. Neben einer besseren Erkennbarkeit der Kurven bietet diese Prozedur den Vorteil, dass sich viele unterschiedliche Versionen von ein und demselben EKG reproduzieren lassen. Es lässt sich beispielsweise ein EKG, welches mit einer Aufzeichnungsgeschwindigkeit von 25 mm/s erstellt wurde zu einem mit 50 mm/s ändern, so dass Einzelheiten besser zu erkennen sind. Andersherum lässt sich aus einem EKG, welches mit 50 mm/s aufgezeichnet wurde, ein EKG mit 25 mm/s machen, um so den Vorteil zu nutzen, eine längere Zeitspanne abzubilden. Nachteil beim Vektorisieren der EKGs ist vor allem der hohe Zeitaufwand. Außerdem müssen die Original-EKGs in

möglichst großer und artefaktarmer Form vorliegen, um die Erstellung der Vektorgraphiken sinnvoll zu realisieren. Trotzdem führte diese Art der Umarbeitung zu einer geringfügigen Modifikation, die hier noch zu erläutern ist. Die verwendeten EKGs wurden wie bereits dargelegt, unter anderem aufgrund ihrer guten Aufzeichnungsqualität und annähernden Artefaktfreiheit ausgesucht. Enthielten EKGs trotzdem Artefakte und waren diese für die Interpretation nicht von Interesse, wurden sie in die Vektorkurve nicht übernommen. Nach BERNAL (2011) sind allerdings Artefakte in den EKGs beim Einüben der Interpretation von Vorteil, da sich so gleichzeitig auch die Differenzierung von Artefakten zu relevanten EKG-Veränderungen trainieren lässt. Zugunsten des „KISS“-Prinzips (BLOCK, 1996; WERNER, 2012) wurden im beiliegenden Übungsbuch bewusst weitestgehend artefaktarme EKGs verwendet und zugleich durch die gesamthaft vereinheitlichte EKG-Präsentation eine bessere, übersichtlichere und wenig ablenkende Übungs- und Lernumgebung geschaffen. Eventuell kann zukünftig ein Übungskapitel erstellt werden, dass sich schwerpunktmäßig mit der Artefakterkennung und –bewertung befasst.

5.4 Seitenanordnung

Die ersten beiden Seiten eines jeden EKG-Falles zeigen die Patientendaten auf, beinhalten die Aufgaben- und Fragestellungen zur Lernüberprüfung und das auszuwertende EKG in Originalgröße. Um nicht sofort die Lösungen einzusehen und dazu verleitet zu werden, die Auflösungen nachzulesen, werden diese erst auf den darunterliegenden, folgenden zwei Seiten dargeboten. Denn das Bestreben vor sich selbst und vor anderen stets in einem guten Licht zu erscheinen, ist natürlich und in allen Bereichen des täglichen Lebens zu finden (GOFFMAN, 1959). Dieser Wunsch lässt sich durch die sog. selbstwertdienliche Verzerrung, den Selbstbetrug und das Mogeln erfüllen (VON HIPPEL et al., 2005; VON HIPPEL et al., 2003). Aus diesem Grund werden erst auf der Rückseite des Original-EKGs die gestellten Aufgaben- und Fragen ausführlich der Reihe nach schriftlich erörtert.

Um aber andererseits auch eine schnelle Selbstüberprüfung für geübte EKG-Nutzer anzubieten, sind auf der Seite rechts neben den ausführlichen Antworten eine tabellarische Übersicht der Auswertungsergebnisse, eine kurze Zusammenfassung der EKG-Befunde und eine verkleinerte, gut beschriftete Version des entsprechenden EKGs zu finden. So kann nur durch Anheben des Blattes mit dem EKG eine schnelle Selbstkontrolle erfolgen, ohne die langen Erklärungen durchlesen zu müssen. Dies trägt dem Expertise-Umkehr-Effekt („expertise reversal effect“) nach KALYUGA et al. (2003) Rechnung.

Auch im ersten allgemeinen Abschnitt des Buches „Die EKG-Kurve und ihre Auswertung“ sind die Auflösungen auf der Rückseite zunächst bis zum Umblättern verdeckt und nicht einsehbar. Auch hier wird ein vorzeitiges Nachschauen erschwert und das eigenständige Üben gefördert.

5.5 Auflösungsgestaltung

Die zwei Seiten nach dem auszuwertenden EKG im Übungsbuch sind der Auflösung der gestellten Fragen und Aufgaben vorbehalten. Um der Idee gerecht zu werden, ein wertvolles Übungsbuch zu erstellen, das sowohl Fortgeschrittene als auch Anfänger anspricht, wurden die nachfolgend zu erörternden Gestaltungsmerkmale verwendet.

5.5.1 Lösungsbeispieleffekt

Im Anschluss an die Überprüfung seines Wissensstandes anhand der Übungsfragen, wird dem Benutzer insbesondere bei den EKG-Fallbesprechungen die Möglichkeit gegeben, durch die Art der ausgearbeiteten Auflösungen, neues EKG-Wissen zu erlangen und in Schemata abzuspeichern. So werden hier nicht nur kurze Auflösungen gezeigt, um die Richtigkeit der eigenständig gegebenen Antwort zu überprüfen, sondern auch vielfach ganze Lösungswege (Lösungsbeispiele) präsentiert. Zum Beispiel wird durch SWELLER (1998) und SWELLER / VAN MERRIENBOER (2010) dargelegt, dass über die Anwendung des Lösungsbeispieleffekts („worked examples effect“) bei der Gestaltung einer Lernumgebung die extrinsische Belastung („extrinsic cognitive load“) reduziert wird.

Dies begründet sich auf der Cognitive Load Theorie. Durch das Verwenden von Lösungsbeispielen werden größere Anteile der Kapazitäten des Arbeitsgedächtnisses für das Lernen sowie den Schemaerwerb frei und somit das Lernen durch das Studieren der Lösungswege erleichtert.

Wie eine Studie von VAN DEN BERGE et al. (2011) zur Anwendung von Lösungsbeispielen in der Medizin zeigt, lassen sich „worked examples“ zum Erlernen der EKG-Auswertung bei Neulingen sehr gut anwenden. So wurden auch im vorliegenden Übungsbuch die detaillierten Ausführungen der Aufgaben- und Fragenauflösungen häufig nach dem obengenannten Effekt gestaltet. Es wurden zu den Aufgaben und Fragen die Lösungswege beschrieben, was ein späteres Wiedererkennen, z. B. der beschriebenen EKG-Veränderung, ermöglicht. Als Beispiel sei folgend kurz eine Aufgabe aus einem der EKG-Übungsfälle des beiliegenden Übungsbuches angeführt.

Unter anderen lautet eine Aufgabe: „Beurteilen Sie die veränderten Komplexe.“

Im ausführlich beantworteten Auflösungsteil lautet der Lösungsweg hierzu wie folgt:

„...Neben den normalen Herzaktionen finden sich vorzeitig einfallende, breite, schenkelblockartig deformierte Kammerkomplexe ohne P-Welle und teilweise mit anschließender Pause (ventrikuläre Extrasystole, VES). Die Dauer der QS- oder R-Zacken der VES ist mit 0,06 s länger als bei einem unveränderten QRS-Komplex. Durch diese Verlängerung mit der direkt aus dem QRS-Komplex hervorgehenden diskordanten T-Welle gilt der QRS-T-Komplex als schenkelblockartig deformiert. Da die VES unterschiedlich geformt, also poly- oder multimorph sind, entstehen sie an unterschiedlichen Orten des Kammermyokards. Sie sind somit auch polytop oder multifokal. Einige VES haben ihren Ursprung im rechtsventrikulären Myokard (Form eines Linksschenkelblocks mit positiven Hauptausschlägen in Ableitung I bis III), während andere VES im linksventrikulären Myokard entstehen (Form eines Rechtsschenkelblocks mit negativen Hauptausschlägen in Ableitung I bis III)...“

Dem Benutzer des EKG-Übungsbuches ist der Lösungsweg ausgearbeitet dargeboten und er kann anhand des Lösungsbeispiels („workes examples“) lernen

(ATKINSON et al., 2000). In diesem konkreten Fall lässt sich lernen welche Formen einer veränderten Herzaktion in dem gefragten EKG vorliegen, wie sie aussehen und wo sie im Herzen entstehen.

Potentieller Wissenszuwachs in diesem Beispiel:

- Merkmale einer ventrikulären Extrasystole (VES)
- Was bedeutet schenkelblockartig deformiert sowie poly- oder multimorph und polytop oder multifokal
- Allgemeine Kennzeichen eines Links- und Rechtsschenkelblocks

Durch die Gestaltung der Auflösungen nach dem Lösungsbeispielprinzip ziehen auch Benutzer mit einem geringen Vorwissen einen beträchtlicheren Nutzen aus dem Übungsbuch (VAN GOG et al., 2011; VAN GOG et al., 2006). Die Auflösungen sind, außer zur reinen, kurzen Beantwortung der gestellten Fragen, auch gleichzeitig als Lernmaterial konzipiert. Als Nachteil kann hier im vorliegenden Übungsbuch angeführt werden, dass die „magische Zahl sieben“ (MILLER, 1956), aufgrund der Informationsfülle nicht berücksichtigt werden konnte. Das Kurzzeitgedächtnis wird mit langen Texten und vielen Information belastet, was zur Minderung des Lernerfolgs führt. Denn laut Millers bis heute gültiger Annahme können nur sieben plus/minus zwei Informationseinheiten vom Kurzzeitgedächtnis erfasst und wiedergegeben werden. Darüberhinausgehende Datenmengen sind verloren oder bleiben nur durch ständige Wiederholung erhalten. Da aber die im Übungsbuch verwendeten EKGs aus dem Praxisalltag stammen und naturgemäß mehrere zu beschreibende Veränderungen zeitgleich aufweisen, ließen sich die Informationen nicht auf eine wünschenswert kleinere Zahl reduzieren.

Weiterhin lässt sich eventuell kritisch anmerken, dass sich die ausgearbeiteten Lösungswege („worked examples“) nicht fortwährend im Buch verwenden ließen. Dies ist vornehmlich dem leider beschränkten Platzangebot einer Lernkontrolle geschuldet. Vor allem im bewusst kurz gehaltenen allgemeinen Teil „Die EKG-Kurve und ihre Auswertung“ wurde dieses Gestaltungselement kaum verwendet. Anders im speziellen Kapitel „EKG-Fallbesprechungen“, hier konnte diese Art der

Fallaufbereitung für die meisten vorkommenden Veränderungen explizit genutzt werden.

5.5.2 Vermeidung des Expertise-Umkehr-Effekts

Die oben beschriebene Art der Aufgaben- und Fragenauflösung ist besonders für Novizen ein sinnvolles und effektives Element bei der Präsentation einer Lernumgebung (KALYUGA et al., 2003). Kalyuga et al. haben jedoch auch gezeigt, dass mit zunehmender Expertise der Lösungsbeispieleffekt „worked example effect“ zunächst abnimmt und sich dann sogar ins Gegenteil umkehrt (KALYUGA et al., 2001). Lösungsbeispiele wirken somit bei Experten eher störend und lernbehindernd weil redundant (SWELLER, 2011). Dieses Phänomen nennt man den Expertise-Umkehr-Effekt („expertise reversal effect“) (KALYUGA et al., 2003).

Da die ursprüngliche Zielgruppe des vorliegenden Lernüberprüfungsbuchs Benutzer mit fortgeschrittenem EKG-Wissen sein sollten, musste dieser Effekt unbedingt vermieden werden. So werden, neben der Seite mit den Lösungsbeispielen für die unerfahreneren Benutzer, auch kurze und knappe Antworten zu den Übungen gegeben. Diese finden sich auf einer separaten Seite dargeboten, in Form einer Tabelle der Auswertungsergebnisse, einer stichpunktartigen Zusammenfassung der EKG-Befunde sowie einer verkleinerten, gut beschrifteten Version des entsprechenden EKGs. Anhand dieser Auflösungspräsentation kann der Benutzer mit größerem EKG-Verständnis eine schnelle und effektive Selbstkontrolle problemlos durchführen, ohne durch überflüssige Informationen gestört zu werden.

Durch den Einsatz beider Präsentationsarten wurde dem Expertisegrad beider Benutzergruppen (Novizen und Experten) Rechnung getragen und somit auch dem nach Schnotz (2009) zentralen Punkt der pädagogischen Psychologie, nämlich die bestmögliche Abstimmung zwischen Anleitungstechnik und Wissensstand der Zielgruppe zu finden.

5.5.3 Beschriftung der EKGs und Vermeidung des Split-Attention-Effekts

In der Auflösung werden die entsprechenden EKGs verkleinert dargestellt und aussagekräftig mit Beschriftung, Streckenmessungen und/oder Nummerierungen der einzelnen Herzaktionen versehen. So lassen sich, mit wenig Aufwand und in relativ kurzer Zeit, die zu bewertenden Veränderungen oder Besonderheiten im EKG graphisch erkennen. Ganz gemäß dem Split-Attention-Prinzip findet hier die Integration der festzustellenden Parameter in das EKG statt. Um den „Effekt einer geteilten Aufmerksamkeit“ zu vermeiden, sollten die zusammengehörigen Bestandteile eines Lerninhaltes stets räumlich und zeitlich so eng wie möglich zusammen dargeboten werden. Zum Beispiel sollte Text im Bild platziert werden und nicht in einer zusätzlichen Tabelle außerhalb der graphischen Darstellung (SWELLER et al., 1998; VAN MERRIENBOER und SWELLER, 2010).

Die Beschriftungen im Auflösungs-EKG zeigen sich in den RGB-Farben Schwarz R:0 G:0 B:0 und Grün R:0 G:192 B:0. Schwarz wird für alle Informationen verwendet die physiologische Parameter kennzeichnen und Grün für alle pathologischen Größen. Zum einen hebt sich dadurch die Beschriftung der unveränderten von den veränderten Werten deutlich und schnell zu erkennend ab und zum anderen lässt sich diese Art von Grünton sehr gut vor dem rosa EKG-Hintergrund erkennen. Dies gilt auch für Menschen mit einer Rot-Grün-Sehschwäche, wie nach einem Test versichert wurde.

5.6 Vergleich mit den vorhandenen Lehrmaterialien

Die vorliegende Arbeit „EKG-Übungsbuch mit Fällen aus der Praxis“ bietet dem Benutzer eine Lernüberprüfung- und Übungsmöglichkeit anhand von realistischen EKG-Fällen. Auch wenn die speziell ausgearbeiteten Auflösungsseiten die Möglichkeit bieten, unter Zuhilfenahme der Lösungsbeispiele EKG-Wissen zu erwerben, erhebt das Übungsbuch weder den Anspruch ein umfassendes Lehrbuch zu sein, noch vorhandene Monographien zur Thematik zu ersetzen. Inhaltlich deckt es systematisch die wichtigsten EKG-Veränderungen ab, ist aber, da es sich um eine kurze Lernerfolgskontrolle und Trainingsmöglichkeit handelt, keineswegs

allumfassend und uneingeschränkt vollständig. Vielmehr bildet es vornehmlich eine ganz neuartige und ausführlich gestaltete Variante einer Lernüberprüfung. Einige der unter Kapitel 2.2 betrachteten Monographien bieten ebenfalls Übungen im Rahmen von Lernüberprüfungen an, so dass folgend diese Bücher mit dem vorliegenden Übungsbuch bezüglich Inhalt, Gestaltung und Gliederung vergleichend diskutiert werden. Einbezogen werden hierbei die Bücher aus der Veterinärmedizin von L. P. TILLEY (1989), T. DAY (2005) und J. BERNAL (2011) sowie aus der Humanmedizin von K. VON OLSHAUSEN (2005), H-P. SCHUSTER und H-J. TRAPPE (2009), M. VON KARAIS und N. TRAUTMANN (2010) und T. HORACEK (2013).

Keinen Eingang in den Vergleich finden die reinen Lehrbücher, die ohne Übungsaufgaben konzipiert wurden, so dass die EKG-Bücher von M. MARTIN (2001), G. BAATZ (2002), U. K. LINDNER (2004) und U. S. GANSCHOW (2010), die kardiologischen Lehrbücher von M. KITTLESON und R. KIENLE (1998), P. FOX et al. (1999), L. P. TILLEY et al. (2008) und R. TOBIAS et al. (2008) sowie die internistischen Lehrbücher von M. HORZINEK et al. (2005), E-G GRÜNBAUM und E. SCHIMKE (2007), J. RAND (2009), S. ETTINGER und E. FELDMAN (2010), P. SUTER et al. (2012) und R. NELSON et al. (2014) nicht weiter behandelt werden.

5.6.1 Vergleich der verwendeten Elemente und Präsentationsarten

Die hier folgenden Tabellen beinhalten und vergleichen veterinär- und humanmedizinische EKG-Bücher die ebenfalls Übungsfälle präsentieren mit der beiliegenden Arbeit „EKG-Übungsbuch mit Fällen aus der Praxis“. Die verwendeten Elemente und Übungsfallaufbereitungen werden gegenübergestellt.

Inhalte/ Präsentation	WÖLFEL, 2014	TILLEY, 1989	BERNAL, 2011	DAY, 2005	VON OLSHAUSEN, 2005	SCHUSTER und TRAPPE, 2009	VON KARAIS und TRAUTMANN, 2010	HORACEK, 2013
Seitenzahl insgesamt	157	483	288	149	366 (Buch) + 120 (CD)	312 (Buch) + 60 (CD)	209	471

Seitenzahl zu Übungen Fälle / Grund- lagen F / G	120 / 32	73 / 0	234 / 0	143 / 0	0 / 0 (Buch) 120 / 0 (CD)	35/35 (Buch) 60 / 0 (CD)	203 / 0	456 / 0
Übungen zu EKG- Grundlagen (G)	X	-	-	-	-	X	-	-
Übungen zu EKG-Fällen (F)	X	X	X	X	X	X	X	X
Anzahl F / G insgesamt	30 / 15	71 / 0	117 / 0	53 / 0	60 F (CD) / 0	15 F / 15 G (Buch) 60 F* (CD)	50 / 0	200 / 0
Übungen zu EKG-Fälle (F) Hund (H) / Katze (K)	20 / 10	47 / 24	117 / 0	34 / 19	-	-	-	-
Übungen zu EKG- Grundlagen (G) Hund (H) / Katze (K)	X	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 11: Vergleich der Seitenzahlen und Übungen

X = vorhanden

- = nicht vorhanden

H = Hund

K = Katze

F = Übungen zu EKG-Fällen

G = Übungen zu EKG-Grundlagen

F* = kein EKG-Fall im eigentlichen Sinne da lediglich EKGs zur Auswertung gezeigt werden ohne Anamnese

WÖLFEL, 2014, bezieht sich auf das beiliegende Übungsbuch

Wie sich in der obenstehenden Tabelle, anhand der Gesamtseitenzahl in Relation zur Seitenanzahl der Übungen zu EKG-Fällen und EKG-Grundlagen, erkennen lässt, gibt es unter den aufgeführten Standardwerken lediglich vier EKG-Bücher (BERNAL, 2011; DAY, 2005; HORACEK, 2013; VON KARAIS und TRAUTMANN, 2010) die sich beinahe ausschließlich als Übungsbuch darstellen. Da auch die beiliegende Arbeit vornehmlich als Übungsbuch aufgebaut ist, lässt es sich am ehesten mit diesen vier vergleichen. Als einziges dieser vier Übungsbücher weist BERNAL (2011) zu Beginn noch einen kurzen, 37 seitigen Grundlagenabschnitt auf. Die anderen Bücher des Vergleichs (SCHUSTER und TRAPPE, 2009; TILLEY, 1989; VON OLSHAUSEN, 2005) bieten neben dem relativ kurzen Lernüberprüfungsteil einen viel größeren Teil mit lehrbuchartiger Abhandlung zum Thema EKG. Dies fehlt

im beiliegenden Übungsbuch, da es sich wie bereits mehrfach dargelegt, nicht um ein weiteres Lehrbuch, sondern um eine neue Form der Lernüberprüfung zum Thema EKG handelt. Trotzdem flossen, inspiriert durch die Grundlagenabhandlungen der obengenannten Bücher, auch Übungsfragen zu den EKG-Grundlagen mit ein, so dass der Übungscharakter erhalten bleibt, aber dennoch über die Antworten EKG-Grundwissen erläutert werden kann. Lediglich SCHUSTER und TRAPPE (2009) bieten ebenfalls in ihrem Buch für Humanmediziner 15 kurze Grundlagenübungs-EKGs an, die anderen Übungsbücher stellen diese nicht zur Verfügung. Übungen zu Patienten-EKGs (Fälle) dagegen unterbreiten alle in der Vergleichstabelle aufgeführten Bücher. Das derzeit neueste, veterinärmedizinische Übungsbuch auf dem Markt "EKG-Interpretation in der Kleintierpraxis" von BERNAL (2011) beschränkt sich ausschließlich auf Übungsfälle mit Hunden. DAY (2005) und TILLEY (1989) dagegen bieten auch Übungsfälle mit Katzen, sind jedoch insgesamt weit weniger ausführlich gestaltet. Das vorliegende Übungsbuch verbindet beides, es werden Patientenfälle von Hunden und Katzen in ausführlicher Form angeboten. Auch bietet es als einziges Werk Übungen zu EKG-Grundlagen bei Hunden und Katzen.

Inhalte/ Präsentation	WÖLFEL, 2014	TILLEY, 1989	BERNAL, 2011	DAY, 2005	VON OLSHAUSEN, 2005	SCHUSTER und TRAPPE, 2009	VON KARAIS und TRAUTMANN, 2010	HORACEK, 2013
EKGs in Originalgröße	X	X	9 nicht	-	-	z. T.	X	z. T.
EKGs in Form von Vektorgrafik	X	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 12: Vergleich der EKG-Kurven-Darbietung

x = vorhanden

- = nicht vorhanden

z. T. = zum Teil

WÖLFEL, 2014, bezieht sich auf das beiliegende Übungsbuch

Bis auf DAY (2005) und VON OLSHAUSEN (2005) bilden die anderen Autoren die verwendeten EKGs zum größten Teil in Originalgröße ab. Diese Darstellungsform hat

sich bereits bewährt und so sind auch im beiliegenden Übungsbuch ausnahmslos alle EKGs der Übungsfälle in Originalgröße, zum naturidentischen Üben, abgedruckt. Vor allem das Ausmessen mittels EKG-Lineal ist dadurch gegeben und erleichtert einen späteren Transfer in die Praxis. Zusätzlich werden die EKG-Kurven, ganz im Gegensatz zu allen bisherigen EKG-Büchern (nicht nur den hier zum Vergleich stehenden), in Form von Vektorgrafiken dargeboten. Diese innovative Darstellungsform bietet die Möglichkeit die Kurven in vielen, unterschiedlichen Varianten zu zeigen und in optimaler Qualität darzustellen. Die Vor- und Nachteile hierzu sind bereits vorrangingend diskutiert worden.

Inhalte/ Präsentation	WÖLFEL, 2014	TILLEY, 1989	BERNAL, 2011	DAY, 2005	VON OLSHAUSEN, 2005	SCHUSTER und TRAPPE, 2009	VON KARAIS und TRAUTMANN, 2010	HORACEK, 2013
F/G nur Abl. II	X	X	X	X	-	-	-	-
F/G nur Abl. I-III	X	-	4 mal, nur einzelne Aktionen	-	-	-	-	-
F/G Abl. I-III + aVR-aVF	X	4 mal, nur einzelne Aktionen	-	-	-	-	-	-
F/G Abl. I-III + aVR-aVF + V1-V6	-	-	-	-	X	X	X	X

Tab. 13: Vergleich der verwendeten Ableitungen

x = vorhanden

- = nicht vorhanden

WÖLFEL, 2014, bezieht sich auf das beiliegende Übungsbuch

In den humanmedizinischen Büchern werden fortwährend bei der EKG-Auswertung alle Gliedmaßen- und Brustwandableitungen (I bis III, aVR bis aVF, V1 bis V6) angeboten und einbezogen. Die veterinärmedizinischen Bücher dagegen beschränken sich meist auf die in der Veterinärmedizin standardmäßig geschriebenen Gliedmaßenableitungen. Hier werden zudem meist ausschließlich Ableitung II alleine oder hin und wieder einzelne Herzaktionen der anderen Ableitungen eingebracht. So auch bei BERNAL (2011), DAY (2005) und TILLEY

(1989). In der beiliegenden Arbeit wurde bewusst darauf geachtet Ableitung II isoliert nur bei Langzeit-EKGs und Rhythmusstreifen zu verwenden. In den anderen Fällen werden immer mindestens alle drei oder auch alle sechs Gliedmaßenableitungen gebraucht. Auf die Brustwandableitungen konnte aus bereits diskutierten Gründen verzichtet werden.

Inhalte/ Präsentation	WÖLFEL, 2014	TILLEY, 1989	BERNAL, 2011	DAY, 2005	VON OLSHAUSEN, 2005	SCHUSTER und TRAPPE, 2009	VON KARAIS und TRAUTMANN, 2010	HORACEK, 2013
keine Anamnese / Fragen	-	-	-	-	-	G im Buch F* auf CD	-	-
kurze Anamnese / Fragen	-	X	X	X	X	F im Buch	-	X
Ausführliche Anamnese / Fragen	X	-	-	-	-	-	X	-
kurze Auflösungen	-	X	-	X	z. T.	z. T.	-	-
ausführliche Auflösungen	X	-	X	-	z. T.	z. T.	X	X

Tab. 14: Vergleich des Umfangs von Anamnese und schriftlicher Auflösung

x = vorhanden

- = nicht vorhanden

z. T. = zum Teil

F = Übungen zu EKG-Fällen

G = Übungen zu EKG-Grundlagen

F* = kein EKG-Fall im eigentlichen Sinne da lediglich EKGs zur Auswertung gezeigt werden ohne Anamnese

WÖLFEL, 2014, bezieht sich auf das beiliegende Übungsbuch

Bei der Darlegung der Patientendaten wird bei vielen der verglichenen Bücher nur eine kurze, meist stichpunktartige Anamnese angegeben. Das vorliegende Übungsbuch ebenso wie das humanmedizinische Buch von VON KARAIS und TRAUTMANN (2010) widmen sich einer deutlich ausführlicheren Anamnese, was einer etwas intensiveren Auseinandersetzung des Benutzers mit dem Patientenfall zu Gute kommt und einen praxisnahen Eindruck vermittelt.

Zur schriftlichen Auflösung bieten sowohl TILLEY (1989) als auch DAY (2005) recht kurze und knappe Erläuterungen zu den gestellten Fragen, sie liegen zwischen drei bis zehn Sätzen. Die humanmedizinischen Werke dieses Vergleichs geben den Auflösungen etwas mehr Raum und einige sogar relativ ausführlich ausgearbeitete Antworten. BERNAL (2011) liegt mit seiner Art der Auflösung etwa zwischen den ausführlicheren Ausarbeitungen der humanmedizinischen Büchern und den kurzen Ausführungen von TILLEY (1989) und DAY (2005). Das beiliegende Übungsbuch verwendet, zu Gunsten des bereits diskutierten „Lernen aus Lösungsbeispielen-Prinzip“, eine weiterführende und umfassendere schriftliche Ausarbeitung der Auflösungen.

Inhalte/ Präsentation	WÖLFEL, 2014	TILLEY, 1989	BERNAL, 2011	DAY, 2005	VON OLSHAUSEN, 2005	SCHUSTER und TRAPPE, 2009	VON KARAIS und TRAUTMANN, 2010	HORACEK, 2013
knapp beschriftete EKG- Auflösungen	-	X	X	z. T.	-	-	-	-
ausführlich beschriftete EKG- Auflösungen	X	-	-	-	-	-	-	-
Tabelle der Messwerte bei den Auflösungen	X	-	X	-	-	bei F* auf CD X	-	-

Tab. 15: Vergleich der Beschriftung der Auflösungs-EKGs

x = vorhanden

- = nicht vorhanden

z. T. = zum Teil

F* = kein EKG-Fall im eigentlichen Sinne da lediglich EKGs zur Auswertung gezeigt werden ohne Anamnese

WÖLFEL, 2014, bezieht sich auf das beiliegende Übungsbuch

Auch werden im Auflösungsteil der beigefügten Arbeit, im Gegensatz zu den verglichenen Büchern, ausführlich beschriftete EKGs angeboten. Die drei zum Vergleich stehenden humanmedizinischen Bücher bieten gar keine EKG-Abbildung in der Auflösung an und somit auch keine Beschriftung einer solchen. DAY (2005)

zeigt im Auflösungs-EKG nur teilweise eine Beschriftung und beschränkt sich sonst auf eingezeichnete Pfeile oder eingekreiste Herzaktionen. Die EKGs der Auflösung bei BERNAL (2011) und vor allem TILLEY (1989) geben etwas mehr Auskunft, da hier neben Pfeilen auch bei mehreren Herzaktionen die Amplituden beschriftet und Abkürzungen eingeschrieben sind. Die Beschriftung im beigegefügt Übungsbuch hebt sich hier noch einmal deutlich ab, da sowohl die normalen Herzaktionen (in schwarz) und die veränderten Herzaktionen (in grün) beschriftet wurden. Weiterhin wurde ebenfalls mit Pfeilen, Abkürzungen oder einzelnen Worten gearbeitet. Zudem finden sich, wenn es aus Platzgründen möglich ist, häufig auch ausführliche Formulierungen. Übersichtliche Tabellen mit den Lösungswerten werden zu jedem EKG-Fall im beiliegenden Übungsbuch angegeben. Lediglich bei BERNAL (2011) sowie SCHUSTER und TRAPPE (2009) finden sich ebenfalls Tabellen mit den Lösungswerten.

Inhalte/ Präsentation	WÖLFEL, 2014	TILLEY, 1989	BERNAL, 2011	DAY, 2005	VON OLSHAUSEN, 2005	SCHUSTER und TRAPPE, 2009	VON KARAIS und TRAUTMANN, 2010	HORACEK, 2013
Herzachsen- messung	7 bei H 6 bei K	2 bei H 2 bei K	4 mal	-	-	-	-	-
Lagety- pennung	X	-	-	-	X	X	X	X
Lagety- pbe- schreibung	X	X	z. T.	-	z. T.	meist	-	meist
in Cabrera- kreis einge- zeichnete Herzachse	X	X	-	-	-	-	-	-
Auflösungen verdeckt / Rückseite	X	X	X	X	X	X	X	-

Tab. 16: Vergleich der Verwendung der mittleren elektrischen Herzachse

x = vorhanden

- = nicht vorhanden

z. T. = zum Teil

H = Hund

K = Katze

WÖLFEL, 2014, bezieht sich auf das beiliegende Übungsbuch

Ein weiterer Punkt, der das beiliegende Buch von den anderen abhebt, ist der sinnvolle Einsatz eines Cabrerakreises und die systematische Erklärung und Verwendung der mittleren elektrischen Herzachse, zumindest in den Fällen, bei welchen nach dieser gefragt wird. Die zum Vergleich stehenden humanmedizinischen Bücher benennen zwar fortwährend den Lagetyp, zeigen aber weder Messung noch Einzeichnung in den Cabrerakreis auf. Wenn die elektrische Herzachse verändert ausfällt, werden auch die entsprechend dazu führenden Abweichungen beschrieben. Die veterinärmedizinischen Bücher benennen den Lagetyp nicht, beschreiben aber die entsprechenden EKG-Veränderungen, wenn die elektrische Herzachse nicht der Norm entspricht. Auch hier findet sich sehr selten ein Cabrerakreis mit der eingezeichneten Herzachse. Lediglich TILLEY (1989) zeigt bei zwei Hunden- und zwei Katzenfällen die ermittelte mittlere elektrische Herzachse im Cabrerakreis.

Im beiliegenden Übungsbuch wird eine veränderte Herzachse stets im Cabrerakreis eingezeichnet abgebildet, der Lagetyp dazu benannt und erklärend beschrieben. So werden alle Darstellungsmöglichkeiten der mittleren elektrischen Herzachse verwendet. Die in der Humanmedizin gebräuchliche Benennung des Lagetyps ist in der Veterinärmedizin eher unüblich. Der Lagetyp ergibt sich aus der Hauptausbreitungsrichtung der Erregung im Myokard bezogen auf die Frontalebene des Körpers. Die Benennung orientiert sich an der normalen Herzachse des Menschen. Da aber die Lage des Herzens bei den Haussäugetieren bezogen auf die Frontalebene nicht ganz der des Menschen entspricht, kommen hier leichte Unterschiede vor. So ist z. B. beim Menschen eine Herzachse von +30 bis +60 Grad (sog. Indifferenztyp) und +60 bis +90 Grad (sog. Steiltyp) normal (z .B. GANSCHOW, 2010). Aber der Hund hat eine normale mittlere elektrische Herzachse zwischen +40 und +100 Grad. Somit ist ein beim Menschen noch normaler Indifferenztyp von +30 Grad beim Hund schon als eine leichte pathologische Verschiebung (Linksachsenabweichung) zu bewerten. Bei der Katze sind die Unterschiede aufgrund der größeren physiologischen Spanne von 0 bis +160 Grad noch deutlicher. So werden die in der Humanmedizin gebräuchlichen Benennungen der Lagetypen in der Veterinärmedizin meist nicht herangezogen, da sie nur für den Menschen exakt

passen und bei Hund und Katze schnell verwirren können. Trotzdem wurden sie wegen der Vollständigkeit im vorliegenden Übungsbuch stets mitbenannt, zumal sie auch im multimedialen Lernprogramm von WEIGEL-OSSIANDER (2015), deren Begleitbuch das beiliegende Übungsbuch darstellen wird, Verwendung finden. Auch im Kleintier EKG-Leitfaden für die Praxis von MARTIN (2001) wird Rechts- und Linkstyp benannt, wenn auch nicht weiter untergliedert.

Eine Präsentation der gesamten Auflösungen verdeckt auf der Rückseite der Übungsfragen und des EKGs hat sich bewährt, wie vorangehend unter dem Punkt „Seitenanordnung“ bereits beschrieben wurde. Diese Darbietungsform wurde auch in allen anderen, im Vergleich stehenden Büchern, mit Ausnahmen des EKG-Trainers von HORACEK (2013), angewandt und somit ebenfalls für das vorliegende Lernüberprüfungsbuch herangezogen.

5.7 Komplexität der Übungsfälle und die intrinsische Belastung

Die bereits besprochene Cognitive Load Theorie (SWELLER, 2010; 2011) befasst sich mit den verschiedenen kognitiven Belastungen die auf das Arbeitsgedächtnis während des Wissenserwerbs wirken.

Eine von ihnen, die sogenannte intrinsische kognitive Belastung, hängt vom zu lernenden Material selbst ab und resultiert aus der Komplexität des Lerninhaltes. Letztgenannte ist jedem Material eigen und unveränderlich. Diese dem Lernmaterial innewohnende Komplexität ist wiederum abhängig von den einzelnen Elementen des Materials. Wenige, kleine, gut zu isolierende Bestandteile bewirken eine geringe Komplexität. Dagegen führen viele, stark verknüpfte Elemente zu einer hohen Komplexität. Die intrinsische Belastung bei der Verarbeitung von Lerninhalten im Arbeitsgedächtnis steigt mit der Komplexität und somit also durch einen höheren Interaktivitätsgrad („element interactivity“) der enthaltenen Elemente, da diese zum Verständnis gleichzeitig im Arbeitsgedächtnis verarbeitet werden müssen (SWELLER, 2010; 2011).

Im vorliegenden Übungsbuch wird aufgrund der eher hohen Komplexität der EKG-Fälle viel Arbeitsgedächtniskapazität bereits beim Verarbeiten der EKGs verbraucht. Es wird durch die hohe Interaktivität der einzelnen Elemente in einem EKG das Arbeitsgedächtnis stark gebunden. Vor allem durch das Verwenden von mehreren Gliedmaßenableitungen und das häufige Anwenden von EKGs mit vielen zusammenhängenden Veränderungen wird das Lernen, aufgrund der hohen intrinsischen Beanspruchung, erschwert. Beispielsweise sind zur Diagnostik eines linksanterioren Hemiblocks (Fall Nummer sechs bei den Katzen) alle 6 Gliedmaßenableitungen notwendig, in welchen erkannt werden muss, dass der QRS-T-Komplex nicht deformiert und der QRS-Komplex normal breit ist, sowie in Ableitung II, III und aVF eine rS-Konfiguration und in Ableitung I und aVL eine qR-Konfiguration vorliegen und eine Linksachsenabweichung im Sinne eines überdrehten Linkstyps besteht.

Jedoch entsprechen die EKG-Fälle des Übungsbuches somit bewusst einmal mehr den realistischen Gegebenheiten einer EKG-Interpretation in der Praxis. EKGs bestehen häufig aus vielen, stark verknüpften Elementen die gleichzeitig zu beachten sind. Viele Komponenten, die stark verknüpft auftreten, eine hohe elementare Interaktivität und hohe Komplexität bedingen, müssen zeitgleich im Arbeitsgedächtnis verarbeitet werden. Der Realität entsprechend ausgesuchte EKGs weisen häufig eine hohe intrinsische Belastung auf. Somit bleibt als Nachteil für die lernbezogene Belastung („germane cognitiv load“) weniger Arbeitsspeicherkapazität übrig, was den Lernerfolg schmälern kann.

Jedoch ist die intrinsische Belastung bei demselben Lerninhalt nicht für jeden gleich groß. Vielmehr hängt sie vom Expertisegrad des Lernenden für das gerade zu erlernende Wissen ab. Bei einem Lernenden, der auf bereits abgespeicherte Schemata zurückgreifen kann, fällt sie deutlich geringer aus (SWELLER, 2010; 2011). So sind die EKG-Fälle für Fortgeschrittene leichter zu erfassen, sie kommen aufgrund ihres größeren Vorwissens vermutlich besser damit zurecht. Sie haben hier eine geringere intrinsische Belastung. Aber wie bereits dargelegt, ziehen auch unerfahrenere Verwender, durch die speziell ausgearbeiteten Auflösungen, einen

großen Nutzen aus dem Übungsbuch, auch wenn zunächst durch die Komplexität der Fälle eine höhere Belastung gegeben ist.

Eine andere Möglichkeit der Fallpräsentation für das Übungsbuch wäre gewesen, sich nur auf die Ableitung II nach Einthoven zu beschränken und EKG-Fälle mit isolierten oder wenig verzahnten Veränderungen zu verwenden. Andere Autoren veterinärmedizinischer EKG-Übungsbücher wie z. B. BERNAL (2011) oder DAY (2005) haben diese Variante überwiegend, aber auch nicht ausschließlich gewählt. Vorteil dieser Präsentationsform ist eindeutig die geringere intrinsische Belastung durch die Konzentration auf eine Ableitung und weniger Veränderungen. Der Lernende kann sich systematisch auf eine Ableitung und einzelne Veränderungen nacheinander konzentrieren. Aber da es zum heutigen Standard gehört (TILLEY et al., 2008; TOBIAS et al., 2008) grundsätzlich alle sechs Gliedmaßenableitungen und evtl. sogar noch die Brustwandableitungen zu beurteilen, wurde hier auf eine Vereinfachung verzichtet. Dafür wurde weitestgehend auf die Verwendung artefaktfreier EKGs geachtet.

5.8 Evaluierung des Übungsbuches

Zur systematischen Überprüfung der bereits beschriebenen Gestaltungskriterien, bei der Erstellung einer Lernüberprüfungs- und Trainingsmöglichkeit mit ausgearbeiteten Lösungen, wurde eine Evaluation durchgeführt. Es wurde objektiv überprüft, ob es möglich ist, aus den ausgearbeiteten Lösungswegen reproduzierbares Wissen zu erlangen. Die Evaluation dient zum Test und zur Verbessern der Benutzbarkeit des beiliegenden Übungsbuches und ist ein wichtiger Bestandteil der Qualitätssicherung und -verbesserung. Die Auswertungen der unterschiedlichen Fragestellungen bestätigten insgesamt erwartungsgemäß einen erheblichen, reproduzierbaren Wissenszuwachs bei den teilnehmenden Studierenden durch das Studieren von Lernunterlagen mit ausgearbeiteten Lösungswegen.

Es wurden 50 Veterinärmedizinstudenten/-innen des fünften Semesters der Ludwig Maximilians Universität in zwei Gruppen rekrutiert. Gruppe 1 wurde aufgrund ihres

Vorwissens als Anfänger und Gruppe 2 als Fortgeschrittene eingestuft. Somit sollte Gruppe 1 im Vergleich zu Gruppe 2 deutlich mehr durch die Lernmaterialien mit den ausgearbeiteten Lösungen profitieren. Denn der Expertise-Umkehr-Effekt zeigt nach KALYUGA et al. (2001), dass mit zunehmender Expertise der Lösungsbeispieleffekt „worked example effect“ (SWELLER et al., 1998; VAN MERRIENBOER und SWELLER, 2010) zunächst abnimmt und sich dann sogar ins Gegenteil umkehrt. Jedoch ergaben sich bei der statistischen Auswertung der Fragebögen, dass sich beide Gruppen durch das Studieren der Lösungsbeispiele gleichermaßen signifikant verbesserten. Es ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen (s. Diagramm 3). Dies lässt den Schluss zu, dass die vermeintlich fortgeschrittenen Gruppe 2 bisher noch nicht den Wissensstand von Experten erlangt hat und somit der Expertise-Umkehr-Effekt („expertise reversal effect“) (KALYUGA et al., 2003) hier nicht zum Tragen kommt.

Beide Gruppen verbesserten sich signifikant durch das alleinige Durchlesen der ausgearbeiteten Lösungen im beiliegenden Übungsbuch.

Zunächst lässt sich dies an der signifikanten Verbesserung der mittleren erreichten Punktzahl in beiden Gruppen, sowohl bei den allgemeinen EKG-Fragen als auch bei den speziellen EKG-Fragen, ablesen (Diagramm 1). Weiterhin zeigen beide Gruppen einen deutlich höheren Prozentsatz an korrekten Antworten bei allen Fragen zu Lernunterlagen mit Lösungen (Gruppe 1: $58,75 \pm 6,06$ %; Gruppe 2: $73,33 \pm 4,22$ %) als bei Fragen zu Lernmaterialien ohne Lösungen (Gruppe 1: $13,88 \pm 2,75$ %; Gruppe 2: $29,90 \pm 3,22$ %) (Diagramm 2). Letztlich verbesserten sich alle Studierenden zusammengenommen durch den Einsatz von Lernunterlagen mit Lösungen bei allen Fragen (unabhängig ob allgemeine oder spezielle Fragen gestellt wurden) im Mittel um $44,1 \pm 3,0$ % (Diagramm 4).

Abschließend bestätigte ebenfalls die Auswertung der Fragen zur subjektiven Einschätzung, des didaktischen Wertes der ausgeteilten Lernmaterialien, die objektiv erhobenen Werte.

5.9 Fazit

Entstanden ist eine neuartige EKG-Lernüberprüfung und ein Trainingswerkzeug mit der gleichzeitigen Möglichkeit zum Lernen aus Lösungsbeispielen. Diese Art der Kombination gibt dem Leser des Buches neben der Option zur schnellen Selbstüberprüfung auch die Chance, aus den gezeigten Lösungswegen und Lösungen Schemata zu erlernen und neues Wissen zu erlangen. Dadurch erhält das Buch auch ohne weitere Lernmaterialien einen didaktischen Wert. Zur Zielgruppe gehören somit neben Lernenden mit Vorwissen, die das Buch hauptsächlich zur Selbstüberprüfung nutzen, auch Lernende mit einem geringeren Basiswissen, die sich mit Hilfe des Buches die EKG-Auswertung erarbeiten. Wie die Umfrage bei den Studierenden belegt, gelang durch die Anwendung der beschriebenen Gestaltungsmerkmale die „Gratwanderung“ zwischen der Komplexität des behandelten Themas (EKG und EKG-Auswertung) und der wichtigen Vereinfachung für das erfolgreiche Trainieren der EKG-Auswertung.

6 Ausblick

Die vorliegende Arbeit beschränkt sich ganz bewusst auf die sorgfältige Auswahl von 30 auszuwertenden Patienten-EKGs und eine kurze Präsentation der Grundlagen zum Thema EKG. Auf die Darbietung von selteneren EKG-Veränderungen wurde verzichtet. Ein zusätzliches Übungsbuch mit weniger alltäglichen Fällen und/oder besonderer Berücksichtigung von EKG-Artefakten wäre sicher ein weiterführendes und lohnenswertes Projekt.

Weiterhin würde sich anbieten, gleichartig ausgearbeitete, ähnliche oder neue EKG-Fälle zu Trainings- und Lernüberprüfungszwecken online zu präsentieren. Diese ließen sich, wie bei WESS (2014) regelmäßig austauschen und aktualisieren. Digital und online angebotene Übungs-EKGs sollten sich auch, wie in Ansätzen schon bei KEROES (2014) vorgestellt, durch virtuelle Messeinrichtungen am Monitor auswerten lassen. Eine solche Onlinepräsentation könnte neben buchbaren Online-Seminaren für Tierärztinnen und Tierärzte, auch über das CASUS-System Einbindung in die veterinärmedizinische Lehre der LMU finden.

Voraussichtlich 2015 wird das „EKG-Übungsbuch mit Fällen aus der Praxis“ zusammen mit dem multimedialen Lernprogramm von WEIGEL-OSSIANDER (2015) von der Schlüterschen Verlagsgesellschaft in Hannover veröffentlicht.

7 Zusammenfassung

„EKG-Übungsbuch mit Fällen aus der Praxis“ bei Hund und Katze - Fallbasierte Lernüberprüfung in Kombination mit Lernen aus Lösungsbeispielen

Die beiliegende Arbeit „EKG-Übungsbuch mit Fällen aus der Praxis“ ist eine fallbasierte Lernüberprüfung und ein Trainingswerkzeug zum Thema EKG-Interpretation. Durch die Art der Übungspräsentation und die gleichzeitige Möglichkeit über speziell ausgearbeitete Lösungen zu den Übungsfragen EKG-Wissen zur erlangen, handelt es sich um eine neuartige EKG-Lernüberprüfungs- und Trainingsmöglichkeit. Es ist ein EKG-Übungsbuch in Kombination mit Lernen aus Lösungsbeispielen entstanden. Somit eignet sich das Übungsbuch für Anfänger sowie Fortgeschrittene auf dem Gebiet der EKG-Interpretation. Weiterhin stellt es die Beilage zu einer multimedialen Lern-CD zum Thema EKG dar, kann aber durchaus auch für sich allein als Trainingsbuch verwendet werden. Es richtet sich sowohl an Studierende als auch Tierärztinnen und Tierärzte.

Aus insgesamt 1879 EKG-Aufzeichnungen wurden für die Erstellung des Lernüberprüfungsbuches 51 speziell ausgewählte Original-EKGs verwendet. Im **ersten Kapitel „Die EKG-Kurve und ihre Auswertung“** (33 Seiten, 34,3 cm x 24,5 cm) kamen 20 EKGs von 7 Katzen und 13 Hunden und im **zweiten Kapitel „EKG-Fallbesprechungen“** (120 Seiten, 34,3 cm x 24,5 cm) 31 EKGs von 11 Katzen und 20 Hunden zum Einsatz. Es wurde darauf geachtet, die meisten klinisch relevanten Rhythmusveränderungen, wie supraventrikuläre und ventrikuläre Erregungsbildungs- und -leitungsstörungen der Tiere vorzustellen. Weiterhin finden sich im ersten Kapitel 15 gezeichnete Schema-EKGs zur Einführung in die EKG-Grundlagen. Die ausgewählten Original-EKGs wurden mit CorelDRAW® Graphics Suite X5 vektorisiert, zu originalgetreuen 1:1 Kopien umgearbeitet und auf eigens erstellte Millimeterpapier-Hintergründe platziert.

Aufgebaut ist das Buch in Form von Übungsfragen und -aufgaben zu nebenstehenden, auszuwertenden EKGs und einer anschließenden, halben Seite oder zwei anschließenden Seiten mit den Auflösungen. Im zweiten Kapitel „EKG-Fallbesprechungen“ werden die richtigen Antworten zum einen kurz und übersichtlich zusammengefasst und zum anderen speziell ausgearbeitet und häufig durch Lösungsbeispiele bereichert. Die tabellarisch gestalteten, prägnanten Antworten dienen dem erfahrenen EKG-Anwender zur schnellen Überprüfung seiner Ergebnisse. Durch den sog. Lösungsbeispieleffekt bei den ausführlichen Antworten bekommt das Buch den zusätzlichen Aspekt, dass auch ein in der EKG-Interpretation unerfahrener Leser aus den Auflösungen EKG-Wissen leicht erwerben kann. Dies wird auch durch die Evaluation von 50 Veterinärmedizinstudenten/-innen des fünften Semesters der Ludwig Maximilians Universität bestätigt. Wie die statistische Auswertung zeigt, bringt das alleinige Durchlesen der ausgearbeiteten Aufgabenlösungen im Übungsbuch ohne die Nutzung weiterer Lehrmaterialien eine signifikante Verbesserung bei der Beantwortung von EKG-Fragen im Vergleich zu Antworten, die nur anhand des Basis-EKG-Wissens der Studierenden gegeben wurden.

Somit ist mit dem vorliegenden „EKG-Übungsbuch mit Fällen aus der Praxis“ eine neuartige EKG-Lernüberprüfung und Trainingsmöglichkeit in Kombination mit Lernen aus Lösungsbeispielen entstanden. Es ist für eine breite Leserschaft geeignet, die unterschiedliche EKG-Kenntnisse besitzt und somit auch verschiedene Anforderungen an das Buch stellt.

8 Summary

“ECG Training Book with realistic cases” in dogs and cats - a case-based learning check in combination with learning from worked-out examples

The enclosed work “ECG Training Book with realistic cases” is a case-based learning check and a training tool on the subject of ECG interpretation. Due to the structuring of the exercises and the simultaneous possibility to learn from the specially worked-out solutions, it’s a new ECG learning-verification and training opportunity. An ECG exercise book is created while combining learning from worked-out examples. Thus the exercise book is suited to beginners as well as to advanced users in the field of ECG interpretation. Furthermore it is the accompaniment to a multimedia educational CD on the subject of ECG, but it may equally as well be used on its own as a training book. It is aimed at both students and veterinarians.

From a total of 1879 ECG recordings, 51 specially selected original ECGs were used for the preparation of the learning check book. In the first chapter "The ECG waveform and their evaluation" (33 pages, 34.3 cm x 24.5 cm) 20 ECGs of 7 cats and 13 dogs were employed. In the second chapter "ECG case studies" (120 pages, 34.3 cm x 24.5 cm) 31 ECGs of 11 cats and 20 dogs were applied. The book set value on showing the most clinically relevant rhythm disturbances in cats and dogs, such as supraventricular and ventricular disturbances of the conduction system of the heart. Furthermore there are 15 drawn schema ECGs as Introduction to ECG basics in the first chapter. The selected original ECGs were vectorized with CorelDRAW® Graphics Suite X5, revamped true to the original to 1:1 copies and placed on specially created graph paper backgrounds.

The book is constructed in the form of exercise questions and tasks to an adjacent ECG which must be evaluated. On the half subsequent page or two subsequent pages the user of the book is able to find the solutions. In the second chapter "ECG case studies" the right answers were presented first in a short and clear summary

and secondly in specially elaborated solutions, often enriched with worked-out examples. The tabulated-designed, concise answers are valuable for an experienced EKG user to quickly check his results. Through the so-called "worked example effect" of the detailed answers, the book receives an additional aspect. The user of the book, especially the novices in ECG interpretation can easily acquire ECG knowledge. This is confirmed by the evaluation of 50 veterinary students of the fifth semester of the Ludwig Maximilians University of Munich. As the statistical analysis showed, the exclusive reading of the elaborated task solutions in the exercise book, without the use of additional teaching materials, resulted in a significant improvement in answering ECG questions compared to answers that were given only on the basis of the basic ECG knowledge of the students. Finally arose with the enclosed "ECG Training Book with realistic cases" a novel ECG-exercise book and training opportunity in combination with learning from worked-out examples. It is suitable for a wide readership, with different ECG knowledge and thus also with different requirements related to the book.

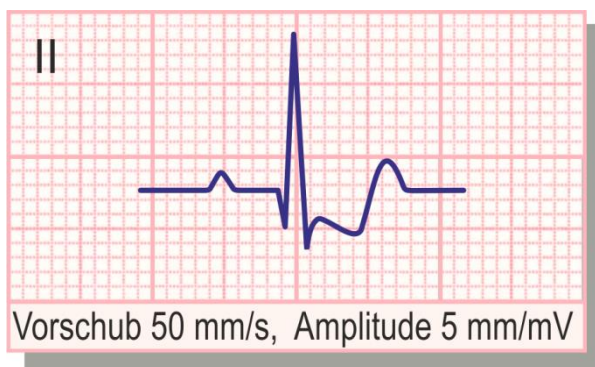
9 Anhang

9.1 Fragebogen aus der Evaluation zum „allgemeinen und speziellen Teil“ Gruppe 1

Allgemeiner Teil:

ST-Strecke ohne Auflösung

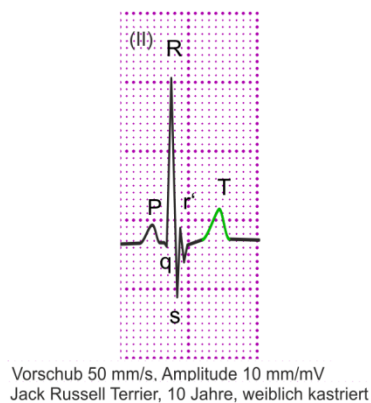
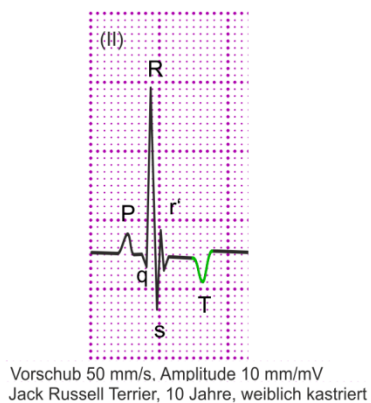
1. Beschreiben sie die ST-Strecke im Bild:



..... 2P

T-Welle mit Auflösung

2. Beschreiben Sie die Ausrichtung der T-Welle in den beiden Bildern:



..... T-WelleT-Welle 2P

Spezieller Teil:

Fragen zu Fall 2.9 ohne Auflösung:

3. Verbreiterte und deformierte Kammerkomplexe, die immer nach normalen P-Wellen auftreten sprechen für einen 1P
4. Welche Veränderung findet sich bei AV-Blockierungen 1. Grades?
..... 2P

Fragen zu Fall 2.10 mit Auflösung:

5. Ventrikuläre Extrasystolen, die unterschiedlich aussehen, heißen: 1P
6. Zwei bzw. drei ventrikuläre Extrasystolen in Folge hintereinander sind ein bzw. 2P

Fragen zu Fall 1.10 ohne Auflösung:

7. Wenn Vorhof und Kammererregungen wie beim totalen AV-Block völlig unabhängig voneinander auftreten, besteht eine 2P

Fragen zu Fall 1.9 mit Auflösung:

8. Bei einem AV Block 2. Grades vom Mobitz Typ II mit 3 zu 1 Blockierungen finden sich im EKG bei 3nur 1 2P

Subjektive Bewertung:

1. Haben Sie ihre EKG-Kenntnisse (natürlich nur auf dem dargestellten Gebiet) beim Durcharbeiten des Allgemeinen Teils und der Fälle **mit Auflösung** verbessert?

ja ☐ mittelmäßig ☐ wenig ☐ nein ☐

2. Wie wurden die Ihnen gestellten Fragen (Allgemeiner Teil) und Aufgaben (Spezieller Teil) im Lösungsteil beantwortet bzw. abgearbeitet (bezieht sich natürlich nur auf die vollständig ausgeteilten Zettel mit Antworten).

gut ☐ befriedigend ☐ ausreichend ☐ unzureichend ☐

3. Fanden Sie das beschriftete EKG im Antwortteil hilfreich?

Sehr hilfreich ☐ hilfreich ☐ mäßig hilfreich ☐ gar nicht hilfreich ☐

4. Was fanden Sie besonders gut? (freie Antwort)

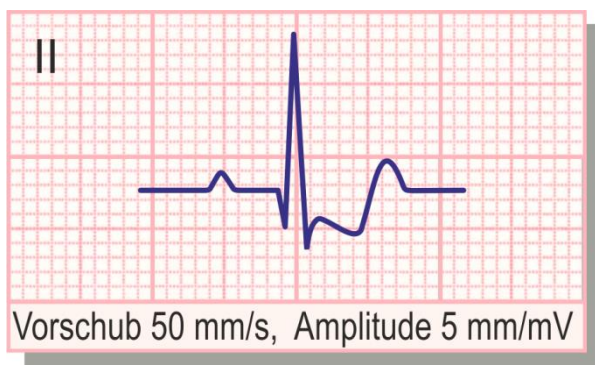
5. Was fanden sie besonders schlecht (freie Antwort)

9.2 Fragebogen aus der Evaluation zum „allgemeinen Teil“ Gruppe 2

Allgemeiner Teil:

ST-Strecke ohne Auflösung

1. Beschreiben sie die ST-Strecke im Bild mit Fachtermini:



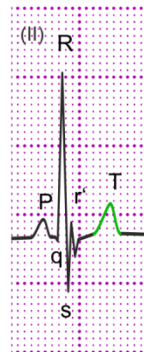
..... 2P

T-Welle mit Auflösung

2. Welche beiden Fachwörter beschreiben die Ausrichtung der T-Wellen in den beiden Bilder am aussagekräftigsten:



Vorschub 50 mm/s, Amplitude 10 mm/mV
Jack Russell Terrier, 10 Jahre, weiblich kastriert



Vorschub 50 mm/s, Amplitude 10 mm/mV
Jack Russell Terrier, 10 Jahre, weiblich kastriert

..... T-Welle

.....T-Welle

2P

Rhythmusbestimmung ohne Auflösung

3. Mit welchen zwei Hilfsmitteln lässt sich der Rhythmus in einem ausgedruckten EKG exakt bestimmen?

1.....

1P

2.....

1P

4. Welche dritte Methode funktioniert meist auch und geht schnell, ist aber weniger genau?

3.....

1P

Frequenzbestimmung mit Auflösung

5. Nennen Sie zwei verschiedene, bewährte Methoden zur exakten Bestimmung (nicht Schätzung) der Herzfrequenz in einem ausgedruckten EKG.

1..... 1P

2..... 1P

6. Welche Angabe in einem EKG ist unbedingt zu berücksichtigen, um die Frequenz bestimmen oder schätzen zu können?

..... 1P

Subjektive Bewertung:

1. Haben Sie ihre EKG-Kenntnisse (natürlich nur auf dem dargestellten Gebiet) beim Durcharbeiten des Allgemeinen Teils **mit Auflösung** verbessert?

ja ☐ mittelmäßig ☐ wenig ☐ nein ☐

2. Wie wurden die Ihnen gestellten Fragen beantwortet bzw. abgearbeitet (bezieht sich natürlich nur auf die vollständig ausgeteilten Zettel mit Antworten).

gut ☐ befriedigend ☐ ausreichend ☐ unzureichend ☐

3. Fanden Sie das beschriftete EKG im Antwortteil hilfreich?

Sehr hilfreich ☐ hilfreich ☐ mäßig hilfreich ☐ gar nicht hilfreich ☐

4. Was fanden Sie besonders gut? (freie Antwort)

5. Was fanden sie besonders schlecht (freie Antwort)

9.3 Fragebogen aus der Evaluation zum „speziellen Teil“ Gruppe 2

Spezieller Teil:

Fragen zu Fall 2.9 ohne Auflösung:

1. Verbreiterte und deformierte Kammerkomplexe mit tiefen QS- oder S-Zacken in Ableitung I, II und III sowie R-Zacken in aVR und aVL, die nach normalen P-Wellen auftreten sprechen für einen 1P
2. Welche Veränderung findet sich bei AV-Blockierungen 1. Grades?
..... 2P

Fragen zu Fall 2.10 mit Auflösung:

3. Ventrikuläre Extrasystolen, die unterschiedlich aussehen, heißen: 1P

4. Zwei bzw. drei ventrikuläre Extrasystolen in Folge hintereinander sind ein bzw. 2P

Fragen zu Fall 1.10 ohne Auflösung:

5. Wenn Vorhof und Kammererregungen wie beim totalen AV-Block völlig unabhängig voneinander auftreten, besteht eine 2P

Fragen zu Fall 1.9 mit Auflösung:

6. Bei einem AV Block 2. Grades vom Mobitz Typ II mit 3 zu 1 Blockierungen finden sich im EKG bei 3 nur 1 2P

Fragen zu Fall 1.15 ohne Auflösung:

7. Extrasystolen, die den Grundrhythmus nicht stören, also ohne kompensatorische Pause zwischen zwei normalen Aktionen liegen, heißen: Extrasystolen 1P

8. ST-Streckensenkungen beim Hund sind oft Ausdruck einer 2P
und kommen häufig bei linksventrikulärer Hypertrophie bei Aortenstenose vor.

Fragen zu 1.3 JGK mit Auflösung:

9. Eine erhebliche Frequenzerhöhung, die plötzlich und spontan auftritt und ebenso wieder verschwindet, heißt

.....

2P

9. Physiologisch funktionelle AV-Blockierungen 1. und 2. Grades, die bei atrialen Tachykardien auftreten können, wirken als

.....

1P

Subjektive Bewertung:

1. Haben Sie ihre EKG-Kenntnisse (natürlich nur auf dem dargestellten Gebiet) beim Durcharbeiten der Fälle **mit Auflösung** verbessert?

ja ☐ mittelmäßig ☐ wenig ☐ nein ☐

2. Wie wurden die Ihnen gestellten Aufgaben (Spezieller Teil) im Lösungsteil beantwortet bzw. abgearbeitet (bezieht sich natürlich nur auf die vollständig ausgeteilten Zettel mit Antworten).

gut ☐ befriedigend ☐ ausreichend ☐ unzureichend ☐

3. Fanden Sie das beschriftete EKG im Antwortteil hilfreich?

Sehr hilfreich ☐

hilfreich ☐

mäßig hilfreich ☐

gar nicht hilfreich ☐

4. Was fanden Sie besonders gut? (freie Antwort)

5. Was fanden sie besonders schlecht (freie Antwort)

10 Literaturverzeichnis

- 1 Atkinson, R. C. und Shiffrin, R. M. (1968): Human Memory: A Proposed System and its Control Processes. In: W. S. Kenneth und S. Janet Taylor, Psychology of Learning and Motivation. Academic Press. Volume 2: S. 89 - 195.
- 2 Atkinson, R. K., Derry, S. J., Renkl, A. und Wortham, D. (2000): Learning from examples: Instructional principles from the worked examples research. Review of educational research 70(2): 181-214.
- 3 Baatz, G. (2002): EKG bei Hund und Katze. Schattauer Verlag, Stuttgart.
- 4 Baddeley, A. (2003): Working memory: looking back and looking forward. Nature reviews neuroscience 4(10): 829-839.
- 5 Baddeley, A. D. und Hitch, G. (1974): Working Memory. In: H. B. Gordon, Psychology of Learning and Motivation. Academic Press. Volume 8: S. 47-89.
- 6 Baehring, T., Rotthoff, T. und Scherbaum, W. A. (2006): Online-Lernen und Online-Prüfen: Wie findet E-Learning Eingang ins medizinische Curriculum in Deutschland. Telemedizinführer Deutschland. Ober-Mörlen; Ausgabe: 243-7.
- 7 Bannach, M. (2002): Begriffsverständnis „Selbstorganisation“ und „Selbststeuerung“. In, Selbstbestimmt lernen. Schneider-Verlag Hohengehren GmbH: S. 87.
- 8 Barrows, H. S. (1985): How to design a problem-based curriculum for the preclinical years. Springer New York.
- 9 Barrows, H. S. (1986): A taxonomy of problem-based learning methods. Medical education 20(6): 481-486.
- 10 Bate, E., Hommes, J., Duvivier, R. und Taylor, D. C. (2014): Problem-based learning (PBL): getting the most out of your students - their roles and responsibilities: AMEE Guide No. 84. Med Teach 36(1): 1-12.
- 11 Bauer, D., Emde, M., Urbansky, S., Karsten, G. und Fischer, M. R. (2009): Klinische Fertigkeiten Online (KliFO): Verbindung von fallbasiertem und

- systematischem Lernen mit den Plattformen Nickels und CASUS®. GMS Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie 5(1).
- 12 Bernal, J. (2011): EKG-Interpretation in der Kleintierpraxis. Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, Hannover.
 - 13 Berti, S. (2010): Arbeitsgedächtnis: Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft eines theoretischen Konstruktes. Psychologische Rundschau 61(1): 3-9.
 - 14 Block, S. M. (1996): Do's and don't's of poster presentation. Biophysical Journal 71(6): 3527-3529.
 - 15 Boekhout, P., Gog, T., Wiel, M. W., Gerards-Last, D. und Geraets, J. (2010): Example-based learning: Effects of model expertise in relation to student expertise. British Journal of Educational Psychology 80(4): 557-566.
 - 16 Borchers, M., Tipold, A., Pfarrer, C., Fischer, M. und Ehlers, J. (2010): Akzeptanz von fallbasiertem, interaktivem eLearning in der Tiermedizin am Beispiel des CASUS-Systems. Tierärztliche Praxis. Ausgabe K, Kleintiere/Heimtiere 38(6): 379.
 - 17 Bösch, M. a. (2003): Das Elektrokardiogramm und seine Beurteilung. Retrieved 15.04.2014, from <http://www.dr-boesch.ch/medicine/ekg/ekg-start.htm>.
 - 18 Brenner, R., Delacrétaz, E., Loretan, P. und Novak, J. (2014): EKG-Quiz. Retrieved 15.04.2014, from http://www.tellmed.ch/tellmed/Fortbildung/EKG_Quiz/Kardiologie_EKG_Diagnostik.php.
 - 19 Brockhaus (2014): Lernen. Brockhaus Wissensservice, from <https://bsb.brockhaus-wissensservice.com/sites/brockhaus-wissensservice.com/files/pdfpermlink/lernen-bfa74040.pdf>.
 - 20 Carroll, W. M. (1994): Using worked examples as an instructional support in the algebra classroom. Journal of Educational Psychology 86(3): 360-367.
 - 21 CASUS in.struct (2014a): INSTRUCT AG. Retrieved 30.03.2014, from <http://www.instruct.eu/?q=content/instruct-0>.

- 22 CASUS in.struct (2014b): Referenzen. Retrieved 30.03.2014, from <http://www.instruct.eu/?q=content/referenzen-0>.
- 23 Cowan, N. (1999): An embedded-processes model of working memory. In: A. Miyake und P. Shah, Models of Working Memory: Mechanisms of active maintenance and executive control. Cambridge University Press: S. 62-101.
- 24 Day, T. K. (2005): ECG interpretation in the critically ill dog and cat. Blackwell Pub., Iowa.
- 25 Duden (2014a): kognitiv. Duden online, from <http://www.duden.de/rechtschreibung/kognitiv>.
- 26 Duden (2014b): lernen. Duden online, from <http://www.duden.de/rechtschreibung/lernen>.
- 27 Ehlers, J., Friker, J., Zeiler, E., Breitingner, I., Hege, I., Adler, M. und Fischer, M. (2005): Fallbasiertes Online-Lernen mit CASUS in der Tiermedizin als Wahlpflichtfach: Ein Erfahrungsbericht (WS Tiermedizin). GMS Z Med Ausbild 22: 4.
- 28 Ettinger, S. J. und Feldman, E. C. (2010): Textbook of Veterinary Internal Medicine. Saunders Elsevier, Missouri.
- 29 Euler, D. und Lang, M. (2006): Selbstgesteuertes Lernen in der beruflichen Bildung. Steiner.
- 30 Fischer, M. R. (2001): Problemorientiertes Lernen in der Medizin mit dem CASUS/ProMediWeb-Lernsystem. internationalen Kontext: 117.
- 31 Folb, B. L., Wessel, C. B. und Czechowski, L. J. (2011): Clinical and academic use of electronic and print books: The Health Sciences Library System e-book study at the University of Pittsburgh. Journal of the Medical Library Association: JMLA 99(3): 218.
- 32 Fox, P. R., Sisson, D. und Moïse, N. S. (1999): Textbook of canine and feline cardiology: principles and clinical practice. Saunders Philadelphia.
- 33 Ganschow, U. S. (2010): EKG-Kurs: mit... 20 Tabellen;[ein strukturiertes Lernprogramm mit 52 kommentierten Originalbefunden]. KVM, der Medizin-Verlag, Marburg.

- 34 Goffman, E. (1959): Presentation of Self in Everyday Life. American Journal of Sociology 55: 6-7.
- 35 Große, C. S. und Renkl, A. (2007): Finding and fixing errors in worked examples: Can this foster learning outcomes? Learning and Instruction 17(6): 612-634.
- 36 Gruber, T. (2011): Gedächtnis. In: Springer - VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden: S. 9 - 107.
- 37 Grünbaum, E.-G. und Schimke, E. (2007): Klinik der Hundekrankheiten begründet von H.-J. Christoph. Enke Verlag in MVS-Medizinverlag Stuttgart GmbH & Co. KG / Georg Thieme Verlagsgruppe, Stuttgart.
- 38 Hoffmann, J. und Engelkamp, J. (2013): Mehrspeichermodelle: Unterscheidung von Kurz- und Langzeitgedächtnis. In, Lern- und Gedächtnispsychologie. Springer Berlin Heidelberg: S. 115-132.
- 39 Horacek, T. (2013): Der EKG-Trainer: ein didaktisch geführter Selbstlernkurs mit 200 Beispiel-EKGs. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- 40 Horzinek, M. C., Schmidt, V. und Lutz, H. (2005): Krankheiten der Katze. Enke Verlag in MVS-Medizinverlag Stuttgart GmbH & Co. KG / Georg Thieme Verlagsgruppe, Stuttgart.
- 41 Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P. und Sweller, J. (2003): The Expertise Reversal Effect. Educational Psychologist 38(1): 23-31.
- 42 Kalyuga, S., Chandler, P., Tuovinen, J. und Sweller, J. (2001): When problem solving is superior to studying worked examples. Journal of Educational Psychology 93(3): 579-588.
- 43 Kaske, M., Ehlers, J. und Bollwein, H. (2005): Problemorientiertes Lernen (POL) an der Tierärztlichen Hochschule Hannover. GMS Z Med Ausbild 22: 4.
- 44 Keroes, J., Lieberman, D., Erickson, B., Wrigley, D. und French, W. (2014): Practical Clinical Skills. from <http://www.practicalclinicalskills.com/ecg-interpretation-tutor.aspx>.

- 45 Kiesel, A. und Koch, I. (2012): Lernen - Grundlagen der Lernpsychologie. In: J. Kriz. Springer - VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden: S. 11 -18.
- 46 Kittleson, M. D. (2014): Case Studies In Small Animal Cardiovascular Medicine. Retrieved 17.04.2014, from http://www.vetmed.ucdavis.edu/vmth/small_animal/cardio_kittleson/cases/EC_Gs/ecgs.htm.
- 47 Kittleson, M. D. und Kienle, R. D. (1998): Small animal cardiovascular medicine.
- 48 Kleindienst, R. (2011): EKG-Online. Retrieved 15.04.2014, from <http://www.grundkurs-ekg.de/index.htm>.
- 49 Klinik für Wiederkäuer (2014): eLearning CASUS-Fälle - Anmeldung. Retrieved 30.03.2014, from http://www.wdk.vetmed.uni-muenchen.de/studium_lehre/rotation/casus/index.html.
- 50 Kopp, V., Stark, R. und Fischer, M. R. (2007): Förderung von Diagnosekompetenz in der medizinischen Ausbildung durch Implementation eines Ansatzes zum fallbasierten Lernen aus Lösungsbeispielen Fostering diagnostic competencies in medical education by implementing the approach of case-based learning through worked-out examples. GMS Z Med Ausbild 24: 2.
- 51 Kopp, V., Stark, R. und Fischer, M. R. (2008): Fostering diagnostic knowledge through computer-supported, case-based worked examples: effects of erroneous examples and feedback. Med Educ 42(8): 823-9.
- 52 Kopp, V., Stark, R., Kuhne-Eversmann, L. und Fischer, M. R. (2009): Do worked examples foster medical students' diagnostic knowledge of hyperthyroidism? Med Educ 43(12): 1210-7.
- 53 Körndle, H., Narciss, S. und Proske, A. (2004): Konstruktion interaktiver Lernaufgaben für die universitäre Lehre. In: D. Carstensen und B. Barrios, Campus 2004. Kommen die digitalen Medien an den Hochschulen in die Jahre? Waxmann, Münster: S. 57-67.
- 54 Leppink, J., Paas, F., Vleuten, C. M., Gog, T. und Merriënboer, J. G. (2013): Development of an instrument for measuring different types of cognitive load. Behavior Research Methods 45(4): 1058-1072.

- 55 Lindner, U. K. (2004): Schnellinterpretation des EKG: ein programmierter Kurs. Springer DE.
- 56 Marsh, R., Sebrechts, M., Hicks, J. und Landau, J. (1997): Processing strategies and secondary memory in very rapid forgetting. *Memory & Cognition* 25(2): 173-181.
- 57 Martin, M. (2001): Das EKG beim Kleintier. Parey, Berlin.
- 58 Merriënboer, J. G. und Sweller, J. (2005): Cognitive Load Theory and Complex Learning: Recent Developments and Future Directions. *Educational Psychology Review* 17(2): 147-177.
- 59 Metzig, W. und Schuster, M. (2009): Wie das Gedächtnis arbeitet. In, Lernen zu lernen: Lernstrategien wirkungsvoll einsetzen Springer, Berlin Heidelberg: S. 1 - 21.
- 60 Miller, G. A. (1956): The magical number seven plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychol Rev* 63(2): 81-97.
- 61 Murdock Jr, B. B. (1961): The retention of individual items. *Journal of Experimental Psychology* 62(6): 618-625.
- 62 Nair, S. P., Shah, T., Seth, S., Pandit, N. und Shah, G. (2013): Case Based Learning: A Method for Better Understanding of Biochemistry in Medical Students. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR* 7(8): 1576.
- 63 Nelson, R. W., Couto, C. G., Davidson, A. P., P.DiBartola, S., Hawkins, E. C., Lappin, M. R., Scott-Moncrieff, J. C., Taylor, S. M., Ware, W. A., Watson, P. J., Westropp, J. L. und Willard, M. D. (2014): Small animal internal medicine. Elsevier Health Sciences, 11830 Westline Industrial Drive, St. Louis, Missouri 63146.
- 64 Nicholas, A. und Lewis, J. (2008): Millennial attitudes toward books and e-books.
- 65 Niegemann, H. M., Domagk, S., Hessel, S., Hein, A., Hupfer, M., Zobel, A. (2008): Lernen mit Medien. In, Kompendium multimediales Lernen. Springer Berlin Heidelberg: S. 41-63.

- 66 Nückles, M. (2011): Vom selbstgesteuerten zum selbstregulierten Lernen: Aktuelle Ansätze und Erkenntnisse – Grenzen, Herausforderungen und Chancen für die Lehre. Vortrag im Rahmen der jährlichen Dozierendenrunde des ZfS.
- 67 Paas, F., Renkl, A. und Sweller, J. (2003): Cognitive Load Theory and Instructional Design: Recent Developments. *Educational Psychologist* 38(1): 1-4.
- 68 Peterson, L. und Peterson, M. J. (1959): Short-term retention of individual verbal items. *Journal of Experimental Psychology* 58(3): 193-198.
- 69 Pflege-Fortbildung-Wissen (2012): Pflege-Fortbildung-Wissen. Retrieved 17.04.2014, from <http://www.youtube.com/playlist?list=PLoJu2i0wCITF8kvNGO7zvEnARDiUH5LuY>.
- 70 PONS (2014): cognoscere PONS online, from <http://de.pons.com/%C3%BCbersetzung?q=cognoscere&l=de&in=la&lf=la>.
- 71 Rand, J. (2009): Praxishandbuch Katzenkrankheiten: symptom-basierte Diagnostik und Therapie. Elsevier, Urban&FischerVerlag.
- 72 Reed, S., Corbett, A., Hoffman, B., Wagner, A. und MacLaren, B. (2013): Effect of worked examples and Cognitive Tutor training on constructing equations. *Instructional Science* 41(1): 1-24.
- 73 Renkl, A., Atkinson, R. und Große, C. (2004): How Fading Worked Solution Steps Works – A Cognitive Load Perspective. *Instructional Science* 32(1-2): 59-82.
- 74 Renkl, A., Gruber, H., Weber, S., Lerche, T. und Schweizer, K. (2003): Cognitive load beim Lernen aus Lösungsbeispielen. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 17(2): 93-101.
- 75 Rourke, A. und Sweller, J. (2009): The worked-example effect using ill-defined problems: Learning to recognise designers' styles. *Learning and Instruction* 19(2): 185-199.
- 76 Schmidt, E. H., Seyd, W. und Wilhelm, W. (2013): Bewertung von Prüfungsleistungen sowie Prüfen und Prüfungsgestaltung. In, *Der Aus- und*

- Weiterbildungspädagoge, Lehrbuch 2. Feldhaus der Bildungsverlag, Hamburg: S. 163 - 212.
- 77 Schnotz, W. (2009): Reanalyzing the expertise reversal effect. *Instructional Science* 38(3): 315-323.
- 78 Schuster, H.-P. und Trappe, H.-J. (2009): EKG-Kurs für Isabel. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- 79 Shoemaker, H. A. (1960): The functional context method of instruction. *Education, IRE Transactions on* 3(2): 52-57.
- 80 Slater, R. (2009): E-books or print books, "big deals" or local selections—What gets more use? *Library Collections, Acquisitions, and Technical Services* 33(1): 31-41.
- 81 So, C.-S. (2013): Praktische EKG-Deutung. Georg Thieme Verlag.
- 82 Sostmann, K., Henning, J. und Ehlers, J. (2013): Human- und Tiermedizin Technologieeinsatz im Gesundheitswesen. Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien: 2. Auflage (2013), epubli: 531 - 537.
- 83 Stangl, W. (2014a): Langzeitgedächtnis. Lexikon für Psychologie und Pädagogik, from <http://lexikon.stangl.eu/3990/langzeitgedaechnis-langzeitspeicher/>.
- 84 Stangl, W. (2014b): neokortikale Repräsentation. Lexikon für Psychologie und Pädagogik, from <http://lexikon.stangl.eu/11124/neokortikale-repraesentation/>.
- 85 Stark, R., Gruber, H., Renkl, A. und Mandl, H. (1998): Lernen mit Lösungsbeispielen in der kaufmännischen Erstausbildung. Versuche der Optimierung einer Lernmethode. In, *Kompetenzentwicklung in der Berufserziehung*. Steiner, Franz, Stuttgart: S. 24-37.
- 86 Stark, R., Kopp, V. und Fischer, M. R. (2011): Case-based learning with worked examples in complex domains: Two experimental studies in undergraduate medical education. *Learning and Instruction* 21(1): 22-33.
- 87 Sturdy, S. (2007): Scientific method for medical practitioners: the case method of teaching pathology in early twentieth-century Edinburgh. *Bulletin of the History of Medicine* 81(4): 760-792.

- 88 Suter, P. F., Kohn, B. und Schwarz, G. (2012): Praktikum der Hundeklinik: Begründet von Hans G. Niemand. Enke Verlag in MVS-Medizinverlag Stuttgart GmbH & Co. KG / Georg Thieme Verlagsgruppe, Stuttgart.
- 89 Sweller, J. (1988): Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science* 12(2): 257-285.
- 90 Sweller, J. (2010): Element Interactivity and Intrinsic, Extraneous, and Germane Cognitive Load. *Educational Psychology Review* 22(2): 123-138.
- 91 Sweller, J. (2011): Chapter two - Cognitive Load Theory. In: P. M. Jose und H. R. Brian, *Psychology of Learning and Motivation*. Academic Press. Volume 55: S. 37-76.
- 92 Sweller, J., van Merriënboer, J. G. und Paas, F. W. C. (1998): Cognitive Architecture and Instructional Design. *Educational Psychology Review* 10(3): 251-296.
- 93 Thistlethwaite, J. E., Davies, D., Ekeocha, S., Kidd, J. M., MacDougall, C., Matthews, P., Purkis, J. und Clay, D. (2012): The effectiveness of case-based learning in health professional education. A BEME systematic review: BEME Guide No. 23. *Medical teacher* 34(6): e421-e444.
- 94 Tilley, L. P. (1989): EKG bei Hund und Katze. Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, Hannover.
- 95 Tilley, L. P., Smith, F. W. K., Oyama, M. A. und Sleeper, M. M. (2008): *Manual of canine and feline cardiology*. Elsevier Health Sciences.
- 96 Tobias, R., Skrodzki, M. und Schneider, M. (2008): *Kleintierkardiologie kompakt*. Schlütersche, Hannover.
- 97 van den Berge, K., van Gog, T., Mamede, S., Schmidt, H. G., van Saase, J. L. C. M. und Rikers, R. M. J. P. (2011): Acquisition of visual perceptual skills from worked examples: learning to interpret electrocardiograms (ECGs). *Interactive Learning Environments* 21(3): 263-272.
- 98 van Gog, T., Kester, L. und Paas, F. (2011): Effects of worked examples, example-problem, and problem-example pairs on novices' learning. *Contemporary Educational Psychology* 36(3): 212-218.

- 99 van Gog, T., Paas, F. und van Merriënboer, J. J. G. (2006): Effects of process-oriented worked examples on troubleshooting transfer performance. *Learning and Instruction* 16(2): 154-164.
- 100 van Merrienboer, J. J. und Sweller, J. (2010): Cognitive load theory in health professional education: design principles and strategies. *Med Educ* 44(1): 85-93.
- 101 Vetion.de (2014): MyVetlearn.de - Onlinefortbildungen für Tierärzte von ATF und Vetion.de. from http://www.vetion.de/myvetlearn/kurse/detail.cfm?sektion_ids=136&br_nummer=1.
- 102 von Hippel, W., Lakin, J. L. und Shakarchi, R. J. (2005): Individual differences in motivated social cognition: The case of self-serving information processing. *Personality and Social Psychology Bulletin* 31(10): 1347-1357.
- 103 von Hippel, W., Shakarchi, R. J. und Lakin, J. L. (2003): Self-serving bias and self-deception. *Australian Journal of Psychology* 55: 66-75.
- 104 von Karais, M. und Trautmann, N. (2010): Die 50 wichtigsten Fälle EKG. Elsevier, Urban & Fischer, München.
- 105 von Olshausen, K. (2005): EKG-Information. Steinkopff Springer, Darmstadt.
- 106 Walton, E. W. (2008): From the ACRL 13th National Conference: e-book use versus users' perspective. *College & Undergraduate Libraries* 14(4): 19-35.
- 107 Ward, M. und Sweller, J. (1990): Structuring effective worked examples. *Cognition and instruction* 7(1): 1-39.
- 108 Wasserzieher, E. (1922): Woher? Ableitendes Wörterbuch der deutschen Sprache. Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung, Berlin.
- 109 Weigel-Ossiander, F. S. (2015): EKG-Basics, Lernprogramm zur Elektrokardiographie bei Hund und Katze. Hannover, Schlütersche Verlagsgesellschaft (in Vorbereitung).
- 110 Weinert, F. E. (1982a): Selbstgesteuertes Lernen als Voraussetzung, Methode und Ziel des Unterrichts. *Unterrichtswissenschaft* 10: 99-110.

- 111 Weinert, F. E. (1982b): Thema: Selbstgesteuertes Lernen. Einführung. Unterrichtswissenschaft 2(10): 97-98.
- 112 Werner, A. (2012): Communication2Win: Praxishandbuch für innovative Marketingkommunikation im Zeitalter sozialer Netzwerke. In: John Wiley & Sons: S. 106 -107.
- 113 Wess, G. (2014): Tierkardiologie. Retrieved 17.04.2014, from <http://www.tierkardiologie.lmu.de/pta/index.html>.
- 114 Wood, D. F. (2003): ABC of learning and teaching in medicine: Problem based learning. BMJ: British Medical Journal 326(7384): 328.
- 115 Woody, W. D., Daniel, D. B. und Baker, C. A. (2010): E-books or textbooks: Students prefer textbooks. Computers & Education 55(3): 945-948.
- 116 Zumbach, J. (2003): PBL. Waxmann.
- 117 Zumbach, J. (2008): Problembasiertes Lernen in der Hochschuldidaktik. Journal für LehrerInnenbildung 8(4): 8-14.
- 118 Zumbach, J., Haider, K. und Mandl, H. (2008): Fallbasiertes Lernen: Theoretischer Hintergrund und praktische Anwendung. In: J. Zumbach und H. Mandl, Pädagogische Psychologie in Theorie und Praxis. Hogrefe Verlag, Göttingen: S. 1-11.

11 Danksagung

Mein ganz besonderer Dank gilt Frau Univ.-Prof. Dr. med. vet. Cordula Poulsen Nautrup für die vertrauensvolle Überlassung des Themas und die zahlreichen anregenden und wertvollen Diskussionen. Die Anfertigung der Dissertationsschrift und des Übungsbuches wurde von ihr professionell sowie warmherzig begleitet. Danke für das große persönliche Engagement und die Bereitschaft, Problemstellungen Tag und Nacht zu diskutieren.

Für die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes und die Möglichkeit am Lehrstuhl für Anatomie, Histologie und Embryologie meine Arbeit anfertigen zu dürfen, möchte ich mich bei den kommissarischen Leitern der Einrichtung, Herrn Univ.-Prof. Dr.med. vet. Fred Sinowatz und Herrn Prof. Dr. med. vet. Bernd Kaspers, bedanken.

Für die freundliche Unterstützung und die Bereitstellung der elektrokardiographischen Aufzeichnungen geht mein Dank an die kooperierenden Kliniken und Praxen: Tierärztliche Klinik für Kleintiere am Kaiserberg, Kleintierpraxis Dr. Peissner, Kleintierpraxis Dr. Penzel, Kleintierpraxis in der Wiehre sowie Frau Univ.-Prof. Poulsen Nautrup.

Weiterhin gilt mein ganz besonderer Dank Herrn Dr. med. Wolfgang Kästner, humanmedizinischer Kardiologe in Ruhestand. Ich bin dankbar für die wertvolle Kontrolle der elektrokardiographischen Befunde und dafür, dass ich immer auf seinen großen Erfahrungsschatz vertrauen durfte.

Außerdem danke ich von ganzem Herzen meinen Eltern Gudrun und Walter Wölfel, für ihre liebevolle und geduldige Unterstützung in jeglicher Form. Ohne ihren Beistand wären diese Arbeit und vor allem die letzten intensiven Wochen nicht so einfach zu bewältigen gewesen.

Bei Frau Silvia Mitterer möchte ich mich für die stets offene Tür, die aufheiternden Worte sowie für die schnellen und sehr hilfreichen Korrekturarbeiten bedanken. Danke bist da Bästa!

Darüber hinaus möchte mich bei Hendrik Poulsen Nautrup für die freundliche Unterstützung bei der Umsetzung der vektorgraphischen Arbeiten ganz herzlich bedanken. Ebenso gilt ein herzlicher Dank meiner Kollegin und Mitstreiterin Fiona Weigel-Ossiander für die Zurverfügungstellung einiger Schema-EKGs.

Meinen Freunden Martina Fuchs, Jennifer Wolff, Kaline Pfaffendorf und Stefanie Weber danke ich für die zahl- und hilfreichen Korrekturarbeiten und überdies für die gewährte seelische und moralische Unterstützung.

Zuletzt sei an alle hier nicht namentlich aufgeführten Freunde und Zuhörer, die in vielfältiger Weise zur Fertigstellung der Dissertation beigetragen haben, ein herzliches Dankeschön gerichtet.